



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *BOILER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE* (RCM) DAN METODE *FAILURE MODE EFFECT* *AND CRITICALLY ANALYSIS* (FMECA)

(STUDI KASUS PT. PERKENUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

JEFRI

11355104313

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SARIF KASYIM RIAU

PEKANBARU

2020



LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *BOILER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE* (RCM) DAN METODE *FAILURE MODE* *EFFECT AND CRITICALLY ANALYSIS* (FMECA)

(STUDI KASUS PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Jefri

11355104313

telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 14 September 2020

Ketua Program Studi

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

Pembimbing

Jurfizel, ST., MT
NIP. 19740719 200604 1 001

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *BOILER*
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED*
MAINTENANCE (RCM) DAN METODE *FAILURE MODE*
EFFECT AND CRITICALLY ANALYSIS (FMECA)
(STUDI KASUS PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Jefri

11355104313

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 14 September 2020

Pekanbaru, 14 September 2020

Mengesahkan,

Ketua Program Studi

Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

Dekan

Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag
NIP. 19660604 199203 1 004

Dewan Penguji

Ketua : Dr. Teddy Purnamirza, ST., M.Eng

Secretaris : Jufrizel, ST., MT

Anggota 1 : Ahmad Faizal, ST., MT

Anggota 2 : Halim Mudia, ST., MT

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Pengadaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftarpustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 14 September 2020

Yang Membuat Pernyataan,

JEERI

11355104313

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas semua yang telah dilimpahkan-Nya,

Allah memberikan hikmah ilmu yang berguna kepada siapa yang

Dia Kehendaki. dan barang siapa yang telah Dianugrahi

hikmah itu, sesungguhnya ia benar-benar telah diberi

karunia yang banyak. Dan hanya orang-orang

barakallah yang dapat mengambil pelajaran

(QS. Al Baqarah: 269)

Alhamdulillah ...

Dengan segenap ketulusan do'a kupersembahkan karya ilmiahku ini sebagai bukti

dan terima kasihku atas pengorbanan dan tulusnya kasih sayang,

Ayahandaku Tercinta (Agus Srizarman) dan Ibundaku Terkasih (Erma Yenti)

serta

Adikku Tersayang (Ade Fitri)

Dengan jerih payah serta cucuran keringat engkau besarkan daku, engkau didik daku

tanpa kenal lelah dan keputus asaanmu engkau merawat dan membimbing daku,

adakah kasih setulus kasihmu adakah yang menyayangi daku

melebihi sayangmu kepada daku,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terimalah persembahan karya ilmiah dari anakmu ini.

Aku mohon dengan do'a restu Ayahanda dan Ibunda

semoga keberhasilan ini, merupakan langkah awalku dimasa yang akan datang

Amin Yarabbal alamin ...

Dengan kerendahan hati

Ananda persembahkan karya Ilmiah ini untuk:

Ayahandaku Tercinta (Agus Srizarman) dan Ibundaku Terkasih (Erma Yenti)

Ucapan terimakasih handa kepada:

Keluarga besarku dari keluarga Ayahanda maupun Ibunda

Terimakasih banyak kalian telah membantuku dan memberikan motivasi selama berjuang

didalam menimba ilmu hingga akhirnya handa bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini

dengan Gelar Sarjana Teknik (ST).

Semoga kita semua selalu dalam lindungan Allah SWT, diberikan kesehatan dan kemudahan rezeki serta dijauhkan dari siksa kubur dan siksa api neraka.

Amin yarabbal alamin ...

Buat teman-teman Seperjuangan

Hidupku terlalu berat untuk mengandalakan diri sendiri

tanpa melibatkan bantuan dari Allah SWT dan orang lain,

tidak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah

selain bersama sahabat-sahabat terbaik.

Teruntuk sahabat-sahabatku,



Muhammad dodo, alviandi Ramadhan, Enzo, Muhammad Akmal, Adriyani Saputra, Bang Lukman Hakim, Bang Jepri, Bang Ridoan Falli, Fadli Noviard, Arief Rustanto, Muhammad Afif Izatty, Bang Rahmansyah, Muhammad Amin, Aidil Ishak Jane, Ridhowatul Afdhal, Isep Rivaldi, Rio Masri Agus, Husnul Fikri,

dan untuk semua sahabat-sahabatku yang tak

bisa satu persatu ku sebutkan.

Terimakasih sahabatku kalian adalah sebagai motivasi saya sehingga saya bisa sampai sejauh ini, Tanpamu teman aku tak berarti, tanpamu teman aku bukan siapa-siapa dan takkan jadi apa-apa.

Terimakasihku untuk semuanya Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku.

Amin yarabbal alamin ...

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *BOILER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE* DAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT CRITICALLY ANALYSIS (FCMEA)* (STUDI KASUS PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)

JEFRI

NIM : 11355104313

Tanggal Sidang: 14 September 2020

Tanggal Wisuda: Februari 2022

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Pump Oil (CPO)* merupakan suatu proses *ekstraksi* minyak kelapa sawit yang dilakukan PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh. Kegiatan pengolahan TBS dengan kapasitas terpasang 30 ton TBS per jam berlangsung selama 24 jam per harinya. Dengan beban kinerja yang begitu panjang aktivitas pengolahan sering mengalami hambatan yang disebabkan oleh gagalnya mesin produksi *steam* dalam menjalankan fungsinyahingga menyebabkan menurun hasil pengolahan pada pabrik tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisa instrumentasi *boiler* dan perawatan bagi komponen yang mengalami kegagalan terutama komponen kritis . Dari hasil analisa kedua *boiler* yaitu *boiler* no 1 didapat hasil nilai keandalan sebesar 99,99% dan pada *boiler* no 2 di dapatkan hasil sebesar 99,99%. Dari hasil analisa MTTF dapat diketahui waktu operasi semua komponen yang dapat menyebabkan kerusakan yang paling sering terjadi pada *boiler* no 1 adalah komponen *water level gauge* dengan nilai MTTF sebesar 6352 dengan dengan 4 kali mengalami kegagalan, maka jadwal perawatannya setiap 265 hari kerja., sedangkan pada *boiler* no 2 yang sering terjadi kegagalan terdapat pada komponen *main steam valve* dengan didapatkan nilai MTTF sebesar 4937 dengan kegagalan sebanyak 7 kali, maka jadwal perawatannya dilakukan setiap 206 hari kerja.

Kata Kunci : *Boiler, FMEA, RCM, FMECA*, serta keandalan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALYSIS OF BOILER INSTRUMENTATION SYSTEM RELIABILITY USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE METHODS AND METHODS FAILURE MODE AND EFFECT CRITICALLY ANALYSIS (FCMEA)

(CASE STUDY PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH)

JEFRI

NIM : 11355104313

Date of Final Exam: 14 Septemer 2020

Graduation Date: Februari 2022

Department of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

HR. Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru - Indonesia

ABSTRACT

Processing of Fresh Fruit Bunches (FFB) into Crude Palm Oil (CPO) is a palm oil extraction process carried out by PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh. FFB processing activities with an installed capacity of 30 tons of FFB per hour lasts 24 hours per day. With such a long performance load, processing activities often experience obstacles caused by the failure of the steam production machine to carry out its functions, which causes a decrease in processing results at the plant. This study aims to determine the analysis of boiler instrumentation and maintenance for components that experience failure, especially critical components. From the results of the analysis of the two boilers, namely boiler number 1, the reliability value is 99.99% and the boiler number 2 is 99.99%. From the results of the MTTF analysis, it can be seen that the operating time of all components that can cause damage that most often occurs in boiler No.1 is the water level gauge component with an MTTF value of 6352 with 4 failures, then the maintenance schedule is every 265 working days. boiler number 2 which often fails is found in the main steam valve component with an MTTF value of 4937 with 7 failures, then the maintenance schedule is carried out every 206 working days.

Keywords: Boiler, FMEA, RCM, FMECA and Reliability



KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil ‘Alamin, Ya Allah.....! Penulis ucapkan syukur kepada-Mu, kesyukuran seorang hamba yang meyakini kebenaran-Mu yang mengakui bahwa keberhasilan ini adalah dengan inayah dan pertolongan-Mu. Ya Allah.....! Sesungguhnya indah-indah peristiwa dalam sejarah hidup seseorang ialah di saat apa yang dicita-citakannya tercapai, dan syukurlah dengan pertolongan-Mu penulis telah berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam tidak lupa penulis kirimkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah bersusah payah membuat perubahan zaman mulai dari zaman jahiliyah hingga menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Penulis menyadari atas izin dan rahmat Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul: *Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi Boiler Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan metode Failure Mode and Effect Critically Analysis (FMECA) di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh*, merupakan suatu karya ilmiah yang disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis sangat banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik berupa bantuan moril maupun materil terutama kedua orang tua penulis yaitu Ayahanda Agus Srizarman dan Ibunda Erma Yenti yang sangat penulis sayang, yang tidak pernah alfa mendo’akan, memotivasi, menyayangi, dan perhatian kepada penulis. “*Ya Allah Berikanlah Kesempatan bagi hambamu ini untuk dapat membahagiakan kedua orang tua hamba yang sangat hamba sayangi dan cintai*”.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, oleh karena itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Irman Suyitno, M. Pd, selaku PLT rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau beserta Wakil Rektor I, II dan III yang telah memberikan waktu kepada penulis untuk menimba ilmu diperguruan tinggi ini.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi beserta wakil dekan I, II, and III yang telah memberikan rekomendasi kepada penulis untuk melakukan penelitian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ewi Ismareda, S. Kom selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, merupakan sosok seorang ibu yang bijaksana dan mengayomi.
4. Teristimewa Kedua Orang tua saya, serta saudara saudari saya yang telah mendoakan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar saya dapat tawakal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Bapak Mulyono, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Jufrizel, ST. MT selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan masukan dari awal hingga selesainya penulisan Tugas Akhir ini dan juga sebagai Pembimbing Akademik serta Pembimbing Kerja Praktek Lapangan.
7. Bapak Ahmad Faizal, ST. MT Selaku Koordinator Tugas Akhir dan sekaligus sebagai penguji I Tugas Akhir yang telah memberikan arahan kepada penulis.
8. Seluruh dosen dan tenaga pengajar, karyawan dan keryawati serta seluruh civitas akademik yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Riau.
9. Kepada sanak family, amai sias, pak nedi, mak uwo, acit imel, om supri, nenek intan pilih, alm. Atuk lahadi, alm. Atuk amir, alm. Paman zaipul, Acit Rani, Acit Nila, Acit Ayu, Mak Iyong, Atuk Alang, Acit Ipit, Mbak Mis, Ulong Wahyu, Ulong Uwar, Kak Ita, Kak Evi, Ayah Budi, Pin Ayuni, Anit Ridho yang telah selalu memberikan semangat bagi penulis selama menempuh bangku perkuliahan.
10. Kepada teman-teman kos Muhammad dodo, Bang Ucok, Bang Aidil, Bang Amin, Amru, Adi dan Budi yang senantiasa meluangkan waktu untuk membantu jika ada kendala dan selalu memberikan semangat buat penulis.
11. Buat teman-teman seperjuangan, Teknik Elektro angkatan 2011 yaitu Bang aidil, Bang Amin, Bang Rahmansyah, Bang Amek. Serta Teknik Elektro angkatan 2013 Akber Ilham Musda Liandri, Muhammad dodo, Bayu Suganda Putra, Isep Rivaldi,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Rio Masri Agus, Husnul Fikri, Muhammad Afif Izatty, Faldi Noviardi, Arif Rustanto, Widi Muhammad Afdhal Izatty, Wahyu, Alviandi Ramadhan, Adriyani Saputra, Surya Dharma, teruntuk angkatan 2012 bang Lukman Hakim dan Bang Ridoan Fadli dan teman-teman maupun pihak lainnya yang tidak penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil. Penulis ucapkan terima kasih semoga segala kebaikan dan segala bantuan yang telah diberikan dilipat gandakan oleh Allah SWT, Amin.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini banyak sekali kesalahan dan kehilafan, untuk ini penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca dan semoga penulisan ini bermanfaat bagi kita.

Pekanbaru, 14 September 2020

Penulis

Jefri

NIM. 11355104313

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR RUMUS.....	xix
DAFTAR GRAFIK.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4 Batasan Masalah	I-4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Keandalan (<i>Reliability</i>)	II-4
2.2.1 Pemodelan Keandalan Sistem	II-6
2.3 Boiler.....	II-7
2.3.1 Jenis <i>Boiler</i>	II-8
2.3.2 Komponen Instrumentasi <i>Boiler</i>	II-9
2.3.2.1 <i>Blowdown Valve</i>	II-9



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3.2.2	<i>Dearator Pump</i>	II-10
2.3.2.3	<i>Distributor Conveyor</i>	II-10
2.3.2.4	<i>Elektric Pump</i>	II-11
2.3.2.5	<i>Forced Draft Fan</i>	II-11
2.3.2.6	<i>Induced Draft Fan</i>	II-11
2.3.2.7	<i>Manometer (Pressure Gauge)</i>	II-11
2.3.2.8	<i>Main Steam Valve</i>	II-12
2.3.2.9	<i>Savety Valve</i>	II-12
2.3.2.10	<i>Turbin Pump</i>	II-13
2.3.2.11	<i>Water Level Gauge</i>	II-13
2.4	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	II-14
2.4.1	Tujuan dari RCM.....	II-16
2.4.2	Keuntungan dari RCM.....	II-16
2.4.3	Akibat Kerusakan Menurut RCM.....	II-16
2.4.4	Karakteristik RCM	II-17
2.4.5	Sistematika Penyusunan RCM	II-17
2.4.5.1	Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Data.....	II-17
2.4.5.2	Pendefenisian Batasan Sistem	II-18
2.4.5.3	Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsi	II-19
2.4.5.4	Pendeskripsian Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi	II-19
2.4.5.5	Penyusunan FMEA.....	II-20
2.5	<i>Failure Mode and Effect Critically Ananlysis</i>	II-25
2.5.1	Langkah-langkah dalam Penerapan <i>Failure Mode and Effect Critically Analysis</i>	II-27
2.5.2	Menentukan Nilai <i>Severity, Occurrence, RPN</i> dan <i>Critically Matrix</i>	II-29
2.5.2.1	Nilai <i>Severity</i>	II-29
2.5.2.2	Nilai <i>Occurence</i>	II-31
2.5.2.3	Nilai <i>Risk Priority Number</i>	II-31
2.5.2.4	<i>Critically Ranging</i>	II-32
2.5.2.5	<i>Critically Matrix</i>	II-32
2.6	Diagram Pareto.....	II-33



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	I-1
3.2 Lokasi Penelitian.....	III-1
3.3 Tahap Penelitian	III-2
3.4 Uraian <i>Flow chart</i> Penelitian.....	III-3
3.4.1 Tahap Perencanaan	III-3
3.4.2 Pengumpulan Data.....	III-4
3.4.3 Pengolahan Data	III-4
3.4.4 Analisa dan Pemecahan Masalah.....	III-5
3.4.4.1 Analisa RCM.....	III-5
3.4.4.2 Analisa FMECA.....	III-7
3.4.5 Penilaian Keandalan.....	III-9
3.4.6 Diagram Pareto.....	III-9
3.5 Kesimpulan Dan Saran.....	III-10

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Analisa Sistem Instrumentasi <i>Boiler</i> PKS Perkebunan Nusantara V Sei Galuh	IV-1
4.2 Analisa RCM dan FMECA.....	IV-3
4.2.1 Analisa RCM.....	IV-3
4.2.1.1 Pemilihan Sistem dan Mengumpulkan Informa.....	IV-3
4.2.1.2 Defenisi Batasan Sistem.....	IV-3
4.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	IV-3
4.4 Analisa <i>Failure Mode and Effect Critically Analysis</i> (FMECA).....	IV-16
4.5 Penilaian Keandalan	IV-22
4.5.1 Penilaian Keandalan RCM	IV-22
4.5.2 Jadwal Perawatan.....	IV-26
4.5.3 Penilaian Keandalan FMECA	IV-29

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Gambar

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
2.1
2.2
2.3
2.4
2.5
2.6
2.7
2.8
2.9
2.10
2.11
2.12
2.13
2.14

		Halaman
	<i>Bathtub Curve</i>	II-5
	Pemodelan Sistem Paralel	II-6
	<i>Boiler</i> Pipa Api	II-8
	<i>Boiler</i> Pipa Air.....	II-9
	<i>Blowdown</i>	II-10
	<i>Distributing Conveyor</i>	II-11
	<i>Manometer</i> atau <i>Pressure Gauge</i>	II-12
	<i>Mainsteam Valve</i>	II-12
	<i>Safety Valve</i>	II-13
	<i>Water Level Gauge</i>	II-13
	Prinsip-prinsip Dasar RCM	II-15
	Langkah-langkah Analisa FMECA	II-28
	<i>Flowchart</i> Penelitian Tugas Akhir	III-1
	Diagram Pareto <i>Boiler</i> No 1	IV-10
	Diagram Pareto <i>Boiler</i> No 2	IV-16



DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Kriteria dan Nilai Rating dari <i>Severity</i>	II-20
2.2	<i>Occurence</i> dalam FMEA	II-23
2.3	<i>Detection</i> dalam FMEA.....	II-24
2.4	<i>Severity</i> dalam FMECA.....	II-30
2.5	Tabel <i>Occurrence</i> dalam FMECA.....	II-31
3.1	Tabel <i>Worksheet</i> FMEA.....	III-6
3.2	Tabel <i>Worksheet</i> FMECA.....	III-7
3.3	<i>Critically Matrix</i>	III-8
4.2	Komponen Instrumentasi <i>Boiler</i>	IV-2
4.2	<i>Risk Priority Number</i>	IV-8
4.3	Persentase Kumulatif Sistem Instrumentasi <i>Boiler 1</i>	IV-9
4.4	<i>Risk Priority Number</i>	IV-14
4.5	Persentase Kumulatif Sistem Instrumentasi <i>Bolier 2</i>	IV-15
4.6	<i>Worksheet</i> FMECA <i>Boiler 1</i>	IV-18
4.7	<i>Worksheet</i> FMECA <i>Boiler 2</i>	IV-20
4.8	<i>Critically Matrix Boiler 1</i>	IV-21
4.9	<i>Critically Matrix Boiler 2</i>	IV-21
4.10	Hasil Penelitian Keandalan Sisitem Instrumentasi Boiler 1	IV-23
4.11	Hasil Penelitian Keandalan Sistem Instrumentasi Boiler 2	IV-25
4.12	Jadwal Perawatan Instrumentasi Boiler 1.....	IV-27
4.13	Jadwal Perawatan Instrumentasi Boiler 2.....	IV-28
4.14	Nilai Keandalan Boiler 1	IV-30



4.15

Nilai Keandalan Boiler 2

IV-33

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

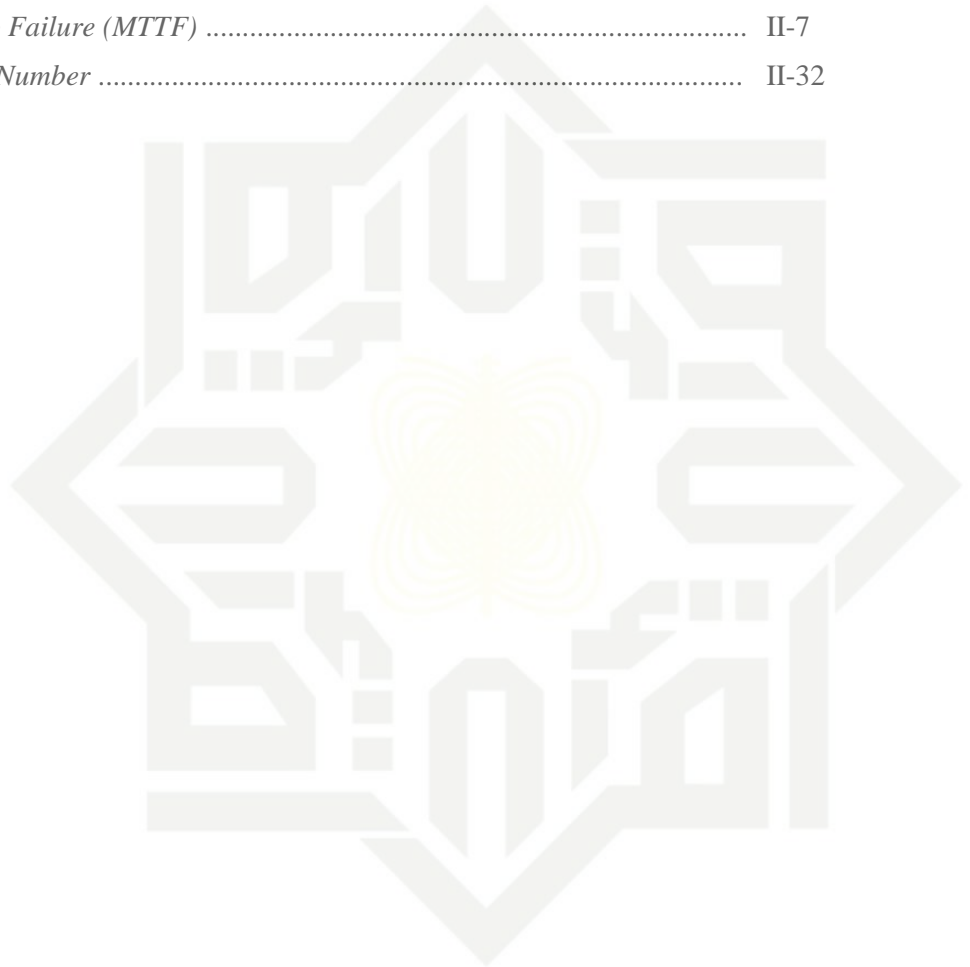


UIN SUSKA RIAU



DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
Fungsi Keandalan	II-4
Fungsi Keandalan	II-6
Keandalan Sistem Seri.....	II-6
Keandalan Sistem Parelel	II-6
<i>Mean Time to Failure (MTTF)</i>	II-7
<i>Risk Priority Number</i>	II-32



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GRAFIK

Grafik

Halaman

4.1 Diagram Pareto <i>Boiler</i> No 1	V-10
4.2 Diagram Pareto <i>Boiler</i> No 2	IV-16

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran A Perhitungan Keandalan	A-1
Lampiran B Data Kerusakan <i>Boiler</i> PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar	B-1
Lampiran C Perhitungan Ketersediaan, MTBF, Laju Kegagalan, dan MTTR	C-1

Hak Cipta Dinding-Udang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia. Jumlah dari luas perkebunan ini dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan. Berdasarkan data statistik direktorat jendral perkebunan tahun 2016 luas perkebunan kelapa sawit Indonesia seluas 11,20 juta ha, ditahun 2017 mencapai 12,30 juta ha, dan di tahun 2018 diperkirakan mencapai 14,03 juta ha menurut direktorat Jendral Kementrian Pertanian (kementan). Perkembangan perkebunan kelapa sawit ini juga diikuti dengan banyaknya Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang berdiri saat ini[1].

PT.Perkebunan Nusantara V Sei Galuh merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Plam Oil* (CPO). Karena banyaknya TBS yang akan diolah, menurut perusahaan ini untuk beroperasi selama 24 jam per hari. Dalam pengoperasiannya PT.Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh memiliki beberapa unit stasiun yang sangat penting didalam proses pengolahan, salah satunya terdapat pada *boiler*. *Boiler* merupakan suatu peralatan yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik di area perusahaan salah satunya di PT.PJB Unit Pembangkit Gresik. Boiler menjadi salah satu unit diantara stasiun yang sering mengalami masalah sehingga diperlukan pemeliharaan yang lebih insentif untuk menjaga performansinya agar selalu bisa bekerja sesuai dengan yang di inginkan.

Sistem instrumentasi merupakan elemen utama yang harus diperhatikan didalam pengoperasiannya pada mesin *boiler*. Beberapa kasus kecelakaan di dunia industri berupa kegagalan boiler yang terjadi yaitu, seperti yang dilansir dari Medan bisnis yang terjadi di kabupaten Derliserdang yaitu, meledaknya mesin boiler milik PT. Musim Mas. Mesin boiler tersebut meledak akibat kondisi mesin yang terlalu panas saat sedang operasi[2]. Kemudian kegagalan boiler juga terjadi di sidoarjo yaitu, boiler milik PT. Pandaria Makmur juga mengalami ledakan. Ledakan tersebut terjadi akibat pasokan air ke ketel uap telat sehingga mesin memanaskan hingga meledak. Dari ledakan tersebut perusahaan mengalami kerugian hingga milyaran rupiah[3].

Pada PT.Kwang Lim Indonesia juga pernah terjadi ledakan boiler pada tahun 2016 yang mengakibatkan 2 korban luka berat terkena besi dan 18 orang lainnya luka-luka ringan,



kejadiannya terjadi pada pukul 07.20 WIB pagi yang kronologisnya dua petugas sedang memperbaiki mesin boiler yang sedang digunakan pabrik menggunakan bahan bakar kayu atau sampah dan saat itu pengoperasional perusahaan menggunakan mesin boiler berbahan bakar solar. Ketika sebelum memperbaiki boiler yang rusak dua teknisi menyalakan boiler yang berbahan bakar solar setelah menyalakan petugas sempat mengecek boiler yang dinyalakan dan dinyatakan aman dan normal, kemudian keduanya meninggalkan lokasi boiler solar untuk memperbaiki boiler berbahan bakar kayu atau sampah sebelum menuju lokasi boiler rusak teknisi menyiapkan peralatan tiba-tiba terjadilah ledakan dari boiler berbahan bakar solar[4].

Menurut Maruli Pardamean dalam bukunya kupas tuntas agribisnis kelapa sawit mengatakan bahwa energi listrik PKS berasal dari turbin uap yang dihasilkan dari *boiler*. Dari pernyataan di atas tersebut dapat diasumsikan bahwa *boiler* merupakan sumber utama untuk pengadaan *supply* listrik untuk pengoperasian motor –motor listrik yang digunakan di perusahaan kelapa sawit. Di dalam pengoperasiannya, banyak ditemukan permasalahan-permasalahan yang mengakibatkan terjadinya kegagalan pengoperasian *boiler*. Hal ini tentu berdampak buruk pada perusahaan tersebut. Salah satu faktor penyebab terjadinya permasalahan tersebut adalah tidak berfungsinya secara maksimal pada sistem instrumentasi *boiler*.

Menurut data informasi yang telah diperoleh dari PT. PKS Sei Galuh, tahun 2016 sistem *boiler* tidak beroperasi selama 6 bulan, yaitu dibulan Februari-Agustus. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya manajemen teknisi *boiler* dalam menangani permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut. Akibatnya proses perbaikan *boiler* memakan waktu yang cukup lama. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu adanya analisa keandalan pada *boiler* terutama pada sistem instrumentasinya.

Berdasarkan informasi yang di peroleh dari Bapak ARI TONGA, memberikan gambaran secara jelas bahwasanya tingkat keamanan, keselamatan kerja serta waktu perbaikan khususnya pada industri yang menggunakan *boiler* masih sangat rawan terhadap kecelakaan. Dengan kegagalan tersebut, mesin *boiler* harus di jaga dan ditingkatkan lagi kinerjanya supaya terhindar dari kecelakaan kerja. Dimana kegagalan yang terjadi pada mesin *boiler* tersebut akibat dari kelalaian para operator *boiler* tersebut.



Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA) merupakan suatu metodologi analisa keandalan yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, atau pelayanan dengan mengidentifikasi sistem yang berpotensi buruk (kegagalan) dan tingkat kekritisannya. Metode ini dapat diterapkan di PKS PTPN V Sei Galuh terutama pada sistem *boiler*. Sedangkan Anthony Smith dalam bukunya yang berjudul *Reliability Centered Maintenance Reliability* mendefinisikan *Reliability Centered Maintenance Reliability (RCM)* sebagai suatu metode untuk mengembangkan, memilih dan membuat alternatif strategi perawatan yang disarankan pada kriteria operasional, ekonomi dan keamanan.[14]

Pada penelitian tentang FMECA yang berjudul “Evaluasi Kegagalan Transformer dengan Metode Failure Mode effect and Criticality Analysis (FMECA)”. Terdapat 92 transformer yang dipakai untuk mengilustrasikan metode FMECA. Berdasarkan investigasi, terdapat tiga komponen yang berpotensi mengalami kegagalan yaitu lilitan, OLTC, dan bushing. Dalam hal ini lilitan memiliki probabilitas kegagalan paling tinggi. Tingkat keandalan dan kejadian dibagi dalam 10 level, dimana deteksi kegagalan di bagi kedalam 5 level. Hasilnya, tingkat kritis untuk lilitan, sementara On-Load-Tap-Changer (OLTC) dan bushing dalam posisi medium. Strategi perawatan untuk lilitan harus segera diprioritaskan. Selanjutnya, perawatan OLTC dan bushing menjadi prioritas berikutnya.[5]

Penelitian selanjutnya tentang FMEA dan FTA yang berjudul “Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi Boiler Menggunakan Metode FTA dan FMEA di PT. Perkebunan Nusantara V PKS SeiPagar. Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwasanya nilai RPN tertinggi terdapat pada boiler 1 pada komponen *elektrik pump* sebesar 294 dan boiler no 2 terdapat pada komponen *elektrik pump* sebesar 492. Dari nilai RPN tersebut bahwa nilai keandalan sebesar 60 persen pada boiler no 1 dan 65 persen pada boiler no 2, dimana keandalan tersebut menurun berdasarkan waktu usia pakai yang begitu lama. Keandalan tersebut diperoleh dari data MTBF komponen instrumentasi. Pada penelitian tersebut masih mengalami kekurangan di mana kelemahan tersebut terdapat pada jadwal perawatan yang kurang optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan *reliability* dari setiap komponen mesin boiler, nilai *reliability* sistem mesin boiler berdasarkan RBD, dan *reliability* mesin



boiler dengan konfigurasi *redundant*. Data yang diolah adalah data waktu antara kerusakan (TBF) dari setiap komponen boiler dari periode Januari sampai desember 2010 untuk menentukan nilai MTTF. Berdasarkan hasil penelitian yang didapat bahwasanya nilai dari *reliability* mesin boiler dengan konfigurasi *redundant* adalah 0.7509.[17]

Dari permasalahan yang terjadi pada boiler sering terjadi kerusakan pada komponen-komponen boiler, maka penulis tertarik untuk meneliti tentang “ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI BOILER MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN METODE FAILURE MODE-EFFECT AND CRITICALLY ANALYSIS (FMECA) DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI GALUH”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka permasalahan yang ingin diselesaikan melalui penelitian tugas Akhir ini adalah bagaimana menganalisis dan merekomendasikan perawatan pada sistem instrumentasi boiler dengan metode RCM dan FMECA?

1.3 Tujuan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas, maka tujuan penelitian adalah analisa keandalan instrumentasi boiler di PKS PTPN V Sei Galuh menggunakan metode RCM dan FMECA untuk :

1. Mengetahui tingkat kekritisian pada masing-masing instrumentasi boiler.
2. Menentukan nilai keandalan pada komponen boiler.
3. Mengetahui dampak yang terjadi apabila instrumentasi boiler mengalami kegagalan.
4. Memberi rekomendasi perbaikan serta menentukan interval waktu pergantian komponen yang sering mengalami kerusakan pada boiler.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan tujuan yang diharapkan dapat tercapai, maka penulis menetapkan batasan-batasan terhadap masalah yang diteliti. Dalam penelitian ini penulis memfokuskan penelitian ini pada :

Yang menjadi objek penelitian adalah komponen boiler di PT.Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Metode *Reliability Centred Maintenance* (RCM) dan Metode Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA)
- Data kerusakan yang diamati dan dianalisis adalah data dari tahun 2016 sampai tahun 2019
- Penyebab kegagalan boiler hanya ditinjau dari aspek manusia, mesin, umur komponen, serta metode yang digunakan dalam proses beroperasinya boiler.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan makna dan manfaat bagi semua pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan yaitu :

- Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan bagi perusahaan untuk mengambil kebijakan dalam upaya mengevaluasi tentang keandalan komponen instrumentasi pada *boiler* sehingga dapat melakukan perawatan dengan baik, dan dapat menekan jatuhnya korban akibat kegagalan *boiler*.
- Perusahaan mendapatkan berbagai informasi mengenai tentang keandalan pada *boiler* menggunakan metode RCM dan FMECA
- Bagi penulis dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman mengenai tentang keandalan pada peralatan industri dengan menerapkan metode RCM dan metode FMECA dalam permasalahan yang terjadi dalam industri produksi kelapa sawit khususnya pada boiler di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh.



BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tentang penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya dan terdapat penjelasan mengenai tentang teori yang digunakan dalam menyusun Tugas Akhir ini. Landasan teori tersebut meliputi teori dalam Sistem Keandalan, *Boiler, Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effect Critically Analysis*.

2.1 Penelitian Terkait

Dalam penelitian Tugas Akhir ini dilakukan studi literatur yang merupakan suatu pencarian teori serta referensi yang sesuai dengan kasus dan permasalahan yang akan diselesaikan. Teori dan referensi tersebut didapat dari jurnal terdahulu, buku, paper serta sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

Pada penelitian sebelumnya tentang RCM “Perencanaan Aplikasi RCM dengan Analisa Kualitatif Pada Stasiun Pengolahan Biji Sawit”. Dalam penelitian ini dilakukan analisa kualitatif untuk menentukan komponen kritis, perawatan yang optimal, interval kegiatan perawatan dan konsekuensi kegagalan pada mesin dan sistem pengolahannya. Hasil penelitian ini dapat diketahui penyebab kegagalan pada sistem screw press karena kegagalan indikasi pada *mechanical* 59% *electrical* 31% dan *instrumentation* 10%, dalam analisa *logic tree* dari total 13 *failure mode* menunjukkan bahwa 24% diantaranya adalah kategori A, 65% kategori A/B, 7% kategori B, 4% kategori C, sedangkan kategori D/A, D/B dan D/C adalah 0%. Jenis perawatan yang didapatkan setelah mengetahui kegagalannya perawatan yang direkomendasikan sebanyak 13 jenis dari *task selection* dengan rincian 35% *time directed* (4 task), 63% *condition directed* (8 task), dan 1% *failure finding* (1 task) [20].

Penelitian selanjutnya tentang RCM “Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi Boiler menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*)” di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS Sei Pagar, hasil penelitian menggunakan RCM untuk boiler di PKS Sei Pagar dengan mengambil data tahun 2016 diperoleh 3 kriteria diantaranya yaitu kriteria A (safety problem) blowdown valve, manometer, main steam valve, safety valve. Pada Kriteria D/A yaitu dearator pump, electric pump, turbin pump, water level gauge. Serta di kategori B yaitu 9 dimana untuk perawatan 7 item masuk



kedalam time directed dan 11 item masuk tindakan failure finding. Pada perbaikan dan pergantian komponen dari 53 hari, 77 hari, 107 hari, 120 hari, 154 hari, 179 hari, 270 hari, dan 360 hari kerja sesuai dengan komponen[6].

Penelitian Tentang FMECA yang berjudul “Evaluasi Kegagalan Transformer Dengan Metode Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA) diperoleh hasil untuk manajemen pemeliharaan transformer, Fmeca dapat digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan dengan efek yang signifikan pada reabilitas sistem transformer. Berikutnya, FMECA juga menyajikan basis objektif untuk menentukan prioritas dalam aksi pemeliharaan. Dari 92 transformer, diperoleh 3 komponen yang berpotensi memiliki mode kegagalan, yaitu lilitan On-Load-Tap-Changer (OLTC), dan bushing. Probabilitas kegagalan dari lilitan, bushing, dan OLTC secara berurutan adalah sebesar 68.48%, 18.47%, dan 13.04%. Analisis pohon kegagalan untuk ketiga komponen telah menunjukkan potensi mode kegagalan, efek kegagalan, dan penyebab kegagalan. Kegagalan/Severity (S) dan kegagalan kejadian/Occurrence (O) dibagi kedalam sepuluh tingkat, dimana parameter kemampuan Deteksi/Detection(D) dibagi kedalam 5 tingkat. Kekritisitas/ Criticality (C) dihitung dari perkalian kegawatan, kejadian, dan kemampuan deteksi. Penaksiran resiko dibagi kedalam tiga level, yaitu resiko yang dapat diterima, resiko yang dapat ditoleransi, dan resiko yang tak dapat diterima. Strategi pemeliharaan berdasarkan taksiran ini dibagi kedalam tiga strategi, yaitu pemeliharaan yang dapat ditunda, pemeliharaan yang diprioritaskan, serta pemeliharaan yang harus dilakukan secepatnya. Sebagai hasilnya, strategi pemeliharaan untuk lilitan termasuk kedalam pemeliharaan yang harus dilakukan secepatnya, sementara untuk OLTC dan bushing termasuk kedalam pemeliharaan yang diprioritaskan[5].

Pada penelitian RCM “Perencanaan Kegiatan *Maintenance* dengan Metode *Reliability Centered Maintenance II*”. Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode *Fault Tree Analysis*. Tujuan dari penelitian ini untuk menilai resiko kerusakan fungsi pada *compressor screw* sehingga bisa dilakukan tindakan perencanaan perawatan pada *compressor screw*. Komponen kritis didalam *compressor screw* yaitu kerusakan fungsi pada piston yang haus, dan pada spon filter udara keluar rusak, dalam penelitian ini peneliti membuat *functional block diagram* (FBD) untuk mengetahui sistem komponen bekerja sesuai dengan fungsinya. Hasil dari penelitian ini memiliki 11 bentuk kerusakan dan kebijakan *maintenance* pada *compressor screw* yaitu dengan *schedule*[7].

Pada penelitian tentang FMECA yang berjudul “yaitu Analisis Keandalan Instrumentasi Boiler Dengan Metode Failure Mode Effect And Criticality Analysis (FMECA) di PKS Sei Garo. Pengolahan TBS menjadi CPO membutuhkan steam yang dihasilkan dari boiler dengan memanfaatkan fiber serta cangkang sebagai bahan bakarnya. Di PKS Sei Garo memiliki 2 boiler, namun 1 diantaranya tidak beroperasi delapan bulan, hal ini disebabkan kurangnya management teknisi boiler dalam menangani permasalahan yang terjadi. Boiler 1 memiliki komponen water level gauge yang mana hasil dari RPN sebesar 28 dan untuk boiler 2 komponennya water level gauge dengan hasil RPN 24. Oleh karena itu dari kedua boiler memiliki nilai keandalan sebesar 0,8976 untuk boiler 1 dan 0,8944 untuk boiler 2[19].



Berdasarkan referensi penelitian yang telah dikumpulkan, penulis tertarik untuk mengembangkan penelitian tentang penggunaan RCM dan FMECA dalam analisa keandalan, namun penelitian ini memiliki perbedaan dalam analisa keandalan yaitu pada instrumentasi *boiler*.

2.2 Keandalan

Keandalan yaitu probabilitas atau peluang sistem dapat berfungsi sesuai yang diharapkan untuk rentang waktu tertentu dibawah kondisi yang ditetapkan[12]. Konsep analisa keandalan adalah bertolak dari pemikiran layak atau tidaknya suatu sistem melakukan fungsinya. Keandalan atau *reliability* dapat diartikan sebagai peluang bahwa sebuah komponen akan mampu melaksanakan sebuah fungsi yang spesifik dalam suatu kondisi operasi dan periode waktu tertentu. keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem pemeliharaan yang digunakan untuk menentukan jadwal perawatan. Konsep keandalan sangat berguna pada berbagai industri, misalnya dalam penentuan penggantian peralatan dan komponen mesin.

Keandalan komponen, subsistem atau sistem produksi adalah salah satu aspek yang dapat yang dapat mempengaruhi kesuksesan suatu proses produksi. Evaluasi keandalan dapat membantu dalam memperkirakan peluang sebuah sistem atau kompenen untuk dapat melaksanakan fungsinya dala jangka waktu tertentu dan dalam kondisi tertentu pula[29].

Fungsi keandalan adalah fungsi matematik yang menyatakan hubungan *reliability* dengan waktu, karena nilai fungsi dari *reliability* merupakan probabilitas, maka nilai fungsi *reliability* R bernilai $0 \leq R \leq 1$. Fungsi *reliability* dinotasikan sebagai $R(t)$ dari sistem jika dipakai selama t satuan waktu. Probabilitas sistem dapat bekerja dengan baik selama $[0, t]$ yang diberikan oleh persamaan berikut:

$$R(t) = 1 - F(t), t \geq 0 \quad (2.1)$$

Ukuran performa suatu komponen mesin dinyatakan dalam sebuah notasi peluang. Pemenuhan tersebut bukan bersifat *deterministik*, sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti terjadi atau tidak. Oleh sebab itu, kita harus menggunakan peluang dimana sebuah komponen akan sukses atau gagal dalam batasan tertentu karena tidak mungkin untuk menyatakannya secara pasti.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.1 Bathtub Curve[14]

Nama kurva tersebut disesuaikan dengan bentuk kurva, dimana kurva tersebut menyatakan tiga hal yaitu:

1. *Infant Mortality Stage*: Pada tahap awal pengembangan produk, terdapat beberapa *part*, material, proses yang tidak terpantau oleh bagian *quality control*. Item yang tidak standard ini kemudian rusak lebih cepat dari pada total waktu hidup produk. Saat masalah ini muncul dan perlahan diperbaiki, tingkat kerusakan populasi akan menurun dan menstabilkan populasi.
2. *On Average Stage*: Saat stabilisasi populasi selesai, laju kerusakan produk menjadi konstan. Namun, kita tidak dapat memprediksikan secara pasti kapan kerusakan terjadi tersebut secara random.
3. *Aging and Wearout Stage*: saat masa pemakaian produk meningkat, beberapa mekanisme kegagalan potensial dapat terjadi namun tidak secara random. Faktanya, kerusakan tersebut berdasarkan waktu atau siklus dan mengarah pada penuaan dan keausan. Dengan demikian, laju kerusakan akan mulai naik dan umur pakai produk mendekati akhir.

Waktu terjadinya kerusakan tiap peralatan merupakan variabel *random*. Sebelum menghitung nilai probabilitas keandalan suatu mesin atau peralatan maka perlu diketahui secara statistik distribusi kerusakan peralatan tersebut. Distribusi kerusakan berdasarkan



interval waktu kerusakannya. Distribusi eksponensial digunakan untuk memodelkan laju kerusakan yang konstan untuk sistem yang beroperasi secara kontinu. [10]

2.2.1 Pemodelan Keandalan Sistem

Pemodelan keandalan sistem dibagi menjadi 2:

1. Pemodelan Sistem seri, yaitu dimana sistem dapat melaksanakan fungsinya atau beroperasi jika semua komponen dalam sistem tersebut beroperasi, jika salah satu komponen mengalami kerusakan maka secara keseluruhan sistem mengalami kerusakan. Berikut terdapat sistem seri :



Gambar 2.2 Pemodelan Sistem Seri

Keandalan masing-masing komponen tersebut adalah $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$.

Maka keandalan sistem seri :

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n. \quad (2.2)$$

2. Pemodelan Sistem Paralel, yaitu suatu sistem dapat melaksanakan fungsinya jika minimal satu komponen dari penyusunnya beroperasi, maka apabila salah satu komponen sistem gagal beroperasi sistem masih dapat beroperasi. Sistem paralel gagal bila seluruh komponen penyusunnya gagal. Jika Keandalan masing-masing komponen adalah $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, maka keandalan sistem seri adalah

$$R_p = 1 - [(1 - R_1) \times (1 - R_2) \times \dots \times (1 - R_n)]. \quad (2.3)$$

Pola distribusi eksponensial secara luas digunakan dalam keandalan dan perawatan. Hal ini dikarenakan distribusi ini mudah digunakan untuk berbagai tipe analisis dan memiliki laju kegagalan yang konstan selama masa pakai. Beberapa persamaan digunakan adalah.

$$\text{Fungsi keandalan} \quad (2.4)$$

Dimana Nilai $e = 2,718 \dots$

Berikut terdapat istilah yang berhubungan dengan keandalan sistem, yaitu [12].



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Komponen, yaitu bagian dari suatu sistem.
2. *Failure* (kegagalan), merupakan suatu kerusakan perangkat atau sistem sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya.
3. *Failure rate* (laju kerusakan), menunjukkan jumlah kegagalan atau kerusakan selama waktu pakai.
4. *Mean time between failure* (MTBF), adalah nilai rata-rata waktu diantara dua kejadian kegagalan untuk suatu komponen atau sistem, mempunyai satuan jam atau tahun. Rumusnya = $MTBF = \frac{\text{Total Waktu Operasi (Jam)}}{\text{Jumlah Kegagalan (Jam)}}$
5. *Mean time to failure* (MTTF), yaitu nilai rata-rata waktu sistem untuk menuju kegagalan. $MTTF = \frac{1}{\lambda}$, Dimana $\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Total Waktu Operasi (Jam)}}$ (2.5)
6. *Mean time to repair* (MTTR), adalah nilai rata-rata waktu untuk perbaikan suatu element dalam suatu sistem untuk kembali beroperasi. Dengan rumus : $MMTR = \frac{\text{Laju Perbaikan}}{\text{Jumlah Kerusakan}}$
7. Keandalan adalah peluang bahwa perangkat dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan setelah waktu yang ditentukan.
8. *Availability* (ketersediaan), adalah kemampuan suatu sistem dapat beroperasi sebagai mana mestinya pada suatu saat atau waktu yang ditentukan.
9. *Unavailability* (ketidak tersediaan), adalah probabilitas sistem tidak dapat beroperasi. Mempunyai satuan menit per tahun.
10. *Down time system* (DTS), merupakan waktu rata-rata suatu sistem tidak melakukan fungsinya seperti yang diinginkan.

2.3 Boiler

Boiler merupakan sebuah bejana tertutup yang berfungsi untuk mengubah wujud suatu *fluida* dari cair menjadi gas. Perubahan wujud tersebut terjadi karena penambahan kalor, kalor yang ditambahkan dapat diperoleh dengan cara memanaskan *fluida* dari bahan bakar *fosil* maupun *non fosil*. [11]

Sistem *boiler* terdiri dari tiga sistem, yaitu [12]:

1. Sistem Air Umpan (*feed Water system*)

Merupakan suatu sistem yang menyediakan air umpan *boiler* secara otomatis sesuai dengan kebutuhan *steam*.

2. Sistem *Steam*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Merupakan suatu yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengontrol produksi *steam*. *Steam* dialirkan melalui *steam* pemipaan ke titik pengguna.

3. Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*)

Merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengatur dan menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan.

Boiler menggunakan bahan baja dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dengan standard ASME, terutama untuk penggunaan *boiler* pada industri-industri besar. Dalam sejarah tercatat berbagai macam jenis meterial yang digunakan sebagai bahan pembuatan *boiler* seperti tembaga, kuningan, dan besi cor. Namun bahan-bahan tersebut sudah lama ditinggalkan karena alasan ekonomis dan juga ketahanan material yang sudah tidak sesuai dengan kebutuhan industri.

2.3.1 Jenis-jenis Boiler

Berdasarkan mekanisme fluida yang mengalir dalam pipa, maka boiler yang digunakan pada industri dilasifikasikan menjadi dua, yaitu[14]:

1. *Fire Tube Boiler*

Boiler jenis ini bagian tubenya dialiri dengan gas pembakaran dan bagian lainnya yaitu *shell* dialiri air yang akan diuapkan. Tube-tubanya langsung didinginkan oleh air yang melindunginya. Jumlah pass dari *boiler* tergantung dari jumlah yang dilalui horizontal dari gas pembakaran diantara *furnace* dan pipa-pipa api. Gas pembakaran pada *furnace* dihitung sebagai pass pertama. Boiler jenis ini banyak dipakai untuk industri pengolahan mulai skala kecil sampai skala besar. Pada *fire tube boiler*, gas panas yang melewati pipa-pipa dan air umpan boiler terdapat didalam *shell* untuk dirubah menjadi *steam*.



Gambar 2.3 *Boiler* Pipa Api[23]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

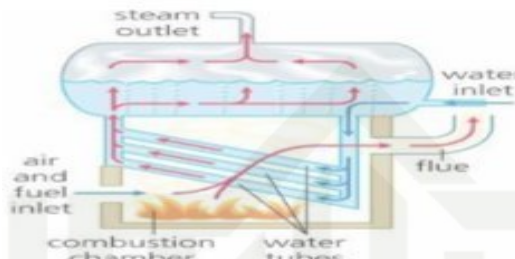
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Water Tube Boiler

Water tube boiler, air umpan boiler mengalir yang melalui pipa-pipa masuk kedalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakar pembentuk *steam* pada daerah uap drum. Boilers ini digunakan jika kebutuhan *steam* dan tekanan sangat tinggi seperti pada kasus boiler untuk pembangkit. *Water tube boiler* yang sangat modern dirancang dengan kapasitas *steam* diatas 20000 kg/jam dengan tekanan yang sangat tinggi.



Gambar 2.2 Boiler Pipa Air[22]

2.3.2 Komponen Instrumentasi Boiler

Instrumentasi adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur dan pengendalian dalam suatu sistem. Boiler tersusun dari bermacam-macam komponen dengan fungsinya masing- masing, yaitu[12]:

2.3.2.1 Blowdown Valve

Blowdown Valve adalah pembuangan *steam* yang difungsikan untuk menjaga *purity steam* sebelum dirubah menjadi *superheated steam*, hal ini dimaksudkan agar kualitas *steam superheated* yang masuk kedalam turbin sesuai dengan kebutuhan turbin sehingga tidak mengganggu material penyusun turbin. Selain itu, blowdown juga berfungsi untuk membuang endapan yang tidak terlarut *Total Dissolved Solids (TDS)* yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan serta untuk membuang kelebihan air yang berada di dalam *water drum*. Pola perlakuan *blowdown* lebih baik dengan frekuensi yang tinggi dari pada dilakukan dengan periode yang lama untuk sekali *blowdown*.

Pengaturan kuantitas *flow steam* yang dikeluarkan melalui *blowdown* tergantung dari pola pengoperasiannya, pada bagian pembangkit pembuangan *blowdown steam* dilakukan secara otomatis yaitu dengan memanfaatkan sinyal dari sektor TDS di dalam boiler drum untuk membuka *blowdown valve*. Hal ini sangat efektif karena *steam* yang dibuang sesuai dengan jumlah TDS yang terdeteksi sehingga dapat menghemat biaya produksi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.5 BlowDown Valve[21]

2.3.2.2 Dearator Pump

Deator pump adalah pemanas air umpan boiler yang berfungsi untuk menghilangkan gas seperti *oksigen*, *carbon dioksida*, dan *ammonia* yang terlarut dalam air. *Dearator* dilengkapi dengan pipa injeksi *steam* dengan temperatur air mencapai 90 °Csampai 100 °C, yang menyebabkan air akan terbebas dari gas O₂ dan CO₂ dan keluar dari *dearator* sehingga bisa di *supply* ke *steam drum*[1].

2.3.1.1 Distributor Conveyor

Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang berfungsi untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. *Conveyor* banyak dipakai di industri sebagai alat transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan.

Distributor Conveyor merupakan suatu jenis *conveyor* yang digunakan untuk mengangkut bahan padat maupun serabut. Aalat ini pada dasarnya terbuat dari pisau yang terpilin mengelilingi sumbu sehingga berbentuk sekrup. *Distributor Conveyor* ini berfungsi sebagai alat mengangkut dan membagi bahan bakar kedalam ruang pembakaran.



Gambar 2.6 Distributor Conveyor[1]



2.3.2.4 Elektrik Pump

Elektrik pump adalah alat yang berfungsi untuk menyuplai air umpan *boiler* ke *steam drum* yang di gerakkan oleh tenaga listrik[1].

2.3.2.5 Forced Draft Fan

Forced draft fan yaitu suatu alat yang berfungsi menghasilkan udara yang digunakan untuk menyemburkan api pada proses pembakaran baha bakar didalam *furnace* sehingga menghasilkan proses pembakaran yang baik dengan tekanan tinggi 15 Kw[1].

2.3.2.6 Induced Draft Fan

Induced draft fan berfungsi untuk menyemburkan udara yang digunakan untuk mengatur penyembura bahan bakar didalam *furnace*[1].

2.3.2.7 Manometer atau Pressure Gauge

Manometer atau *pressure gauge* berfungsi sebagai alat untuk menunjukkan besarnya tekanan *steam* didalam *drum* maupun *superheater*. Manometer yang diguakan adalah jenis *bourdon*. Pada pemasangan manometer ini digunakan pipa angsa (*symphon pipe*) untuk menghindari kesalahan pengukur karena tekanan dan temperatur tinggi yang langsung dihubungkan dengan manometer.



Gambar 2.7 Manometer[21]

2.3.2.8 Main Steam Valve

Main Steam Valve atau keran uap induk berfungsi sebagai alat untuk membuka dan menutup aliran *steam* yang digunakan untuk proses *supply* ke bagian stasiun *power plant* untuk memutar turbin.

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.8 Main Steam Valve[21]

2.3.2.9 Safety Valve

Safety Valve berfungsi sebagai pengaman boiler yang akan bekerja bila terdapat tekanan lebih pada boiler atau tekanan pada boiler melebihi batas tekanan yang diijinkan. *Valve* ini terdiri dari dua jenis, yaitu *valve* pengaman uap basah dan *valve* pengaman uap kering. *Safety valve* ini dapat diatur sesuai dengan aspek masimum yang telah ditentukan. Pada uap basah diatur paa tekanan 21 kg/cm² sedangkan untuk *valve* pengaman uap kering diatur pada tekanan 20.5 kg/cm².



Gambar 2.9 Savety Valve[21]

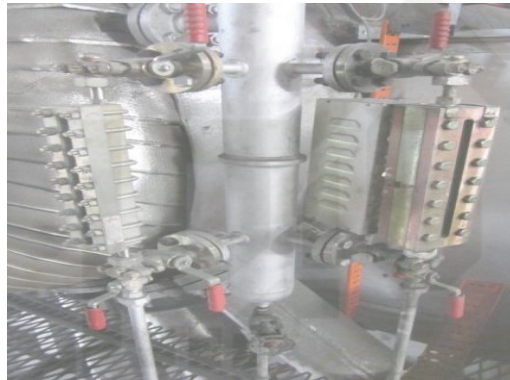
2.3.2.10 Turbin Pump

Turbin Pump adalah alat yang berfungsi untuk menyuplai air umpan boiler ke *steam drum* yang digerakkan oleh *steam*[1].

2.3.2.11 Water Level Gauge

Pada pengoperasian boiler sebagai peralatan utamanya harus ada alat pengukur ketinggian air didalam boiler yaitu *water leve gauge*. Level air didalam *steam drum* harus dijaga agar tetap berada pada standar level air yang telah ditentukan. Tujuannya adalah untuk memudahkan pengontrolan ketinggian air dala ketel selama boiler sedang beroperasi. Gelas penduga ini harus dicuci secara berkala untuk menghindari terjadinya

penyumbatan yang membuat level air tidak dapat dibaca. Jenis *water level gauge* yang dapat digunakan yaitu *sight glass* dengan mengetahui level air dari tabung kaca. *Sight glass* ini dilengkapi dengan alat pengontrol air otomatis yang akan membunyikan *bell* dan menyalakan lampu merah pada waktu kekurangan air. Pada waktu kelebihan air *bell* juga akan berbunyi dan lampu hijau yang akan menyala.



Gambar 2.10 Water Level Gauge[21]

2.4 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance adalah sebuah metode proses pemeliharaan yang digunakan untuk menentukan langkah-langkah kebutuhan perawatan terhadap aset yang bersifat fisik dalam konteks operasinya yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan Metode RCM meliputi pembuatan kegagalan fungsi yang kemudian akan cari mode kerusakannya yang dominan dari kagagalannya sehingga nantinya akan membawa keputusan *maintenance* yang berfokus pada pencegahan terjadinya kegagalan. Dengan adanya mode kerusakan, penyebab kerusakan akan ditentukan sehingga dapat dianalisa pengaruh kerusakan terhadap unjuk kerja peralatan. Adapun langkah-langkah penerapan *Reliability Centered Maintenance* adalah sebagai berikut[12]:

1. Menentukan penyebab terjadinya kegagalan yang bertujuan untuk memperoleh probabilitas kegagalan dan menentukan komponen kritis yang rawan terhadap kegagalan yang menggunakan *fault tree analysis*
2. Mengembangkan kegiatan analisis dengan *Failure Mode Effect Analysis*
3. Mengklarifikasikan tingkat konsekuensi kegagalan
4. Mengambilan keputusan RCM dengan mengklasifikasikan kebutuhan tingkatan *maintenance*
5. Mengimplementasikan keputusan pemeliharaan berdasarkan RCM



6. Melakukan evaluasi dari hasil usulan pemeliharaan.

Metodologi RCM secara mendasar menyadari bahwa semua peralatan bahwa sebuah fasilitas tidak memiliki tingkat prioritas yang sama. RCM menyadari bahwa disain dan operasi dari peralatan berbeda-beda sehingga memiliki peluang kegagalan yang berbeda-beda pula. Pendekatan RCM terhadap program *maintenance* memandang bahwa suatu fasilitas tidak memiliki keterbatasan finansial dan sumber daya, sehingga perlu diprioritaskan dan dioptimalkan.

RCM mengklasifikasikan konsekuensi kegagalan menjadi empat kelompok, yaitu[15]:

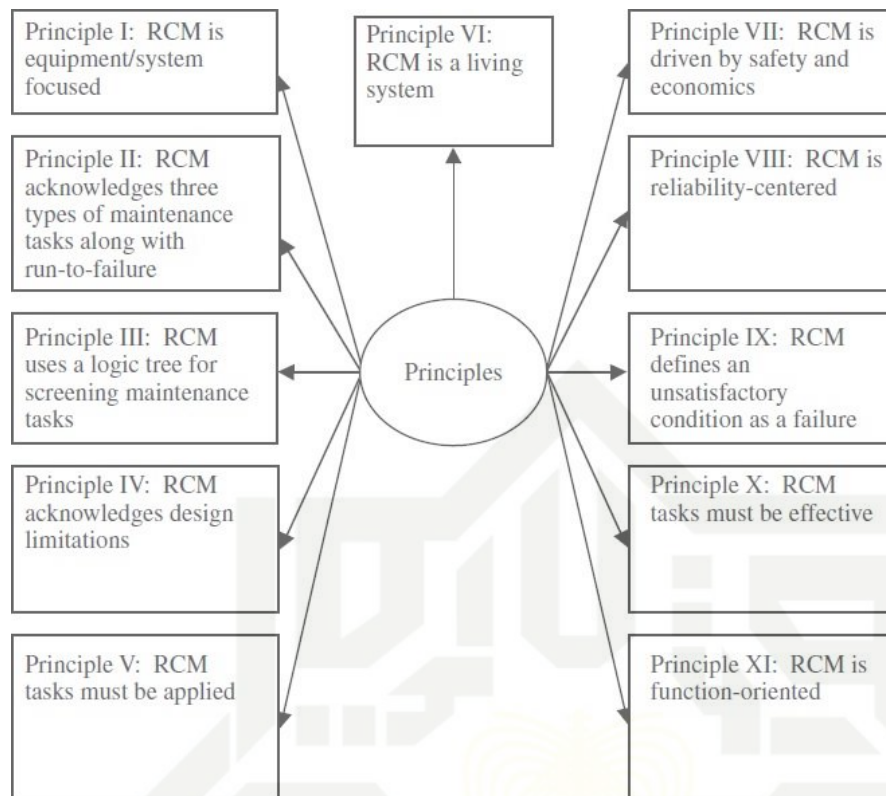
1. Konsekuensi kegagalan tersembunyi termasuk dalam konsekuensi yang mempunyai dampak kegagalan yang berlipat dan lebih serius seperti pada komponen yang tidak aman karena tersembunyi atau tidak diketahui oleh operator.
2. Konsekuensi keselamatan pada konsekuensi ini dapat menimbulkan bahaya terluka atau bahkan terbunuhnya seseorang.
3. Konsekuensi operasi yang terjadi mengakibatkan konsekuensi operasi yaitu produk keluaran, biaya operasi dan biaya perbaikan serta dapat mematikan sistem atau berhentinya proses produksi.
4. Konsekuensi non operasi merupakan kegagalan yang terjadi tidak berdampak pada keamanan ataupun produksi, namun berdampak pada biaya langsung dan dampaknya tergolong kecil.

Secara singkat, RCM adalah sebuah pendekatan sistematis yang mengevaluasi sebuah fasilitas dan sumber daya untuk menghasilkan *reability* yang tinggi dan biaya yang efektif RCM sangat bergantung pada *predictive maintenance* tetapi juga menyadari bahwa kegiatan *maintenance* pada peralatan yang tidak terbiaya mahal dan tidak penting terhadap *reliability* peralatan lebih baik dilakukan pendekatan *reactive maintenance*. Dalam melaksanakan *maintenance* yang menggunakan metode RCM memiliki kerugian yaitu dapat menimbulkan biaya awal yang tinggi untuk *training*, peralatan dan sebagainya.

Dapat dilihat dari diagram berikut yang menggambarkan prinsip-prinsip RCM yaitu[14]:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.11 Prinsip-prinsip Dasar RCM[12]

2.4.1 Tujuan dari *Reliability Centered Maintenance*

Adapun tujuan dalam menggunakan metodologi RCM adalah[14] :

- Untuk membangun suatu prioritas disain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif.
- Untuk merencanakan *preventive maintenance* yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem.
- Untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan.
- Untuk mencapai ketiga tujuan diatas dengan biaya yang minimum.

2.4.2 Keuntungan dari *Reliability Centered Maintenance*

Dalam menggunakan metode RCM ini ada beberapa keuntungan[14] :

- Dapat menjadi program perawatan yang paling efisien.
- Biaya yang lebih rendah dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan.
- Menimisasi frekuensi *overhaul*.



4. Menimisasi peluang kegagalan peralatan secara mendadak.
5. Dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis.
6. Meningkatkan *reability* komponen.
7. Menggabungkan *root cause analysis*.

2.4.3 Akibat Kerusakan Menurut *Reliability Centered Maintenance*

Akibat kerusakan menurut RCM dapat dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu[14]:

1. Akibat terhadap kerusakan tersembunyi.

Jenis kerusakan ini tidak berakibat langsung pada unjuk kerja peralatan akan tetapi bila diabaikan dapat menimbulkan kerusakan bagian lainnya secara serius bahkan menimbulkan bencana besar.

2. Akibat terhadap keselamatan operator dan lingkungan kerja.

Jenis kerusakan ini dapat membahayakan nyawa operator dan atau menimbulkan pence maran lingkungan.

3. Akibat terhadap proses produksi.

Jenis kerusakan ini berakibat pada operasional proses produksi sehingga mengakibatkan kerusakan produk, penurunan kualitas produk, kenaikan biaya operasional, kerugian jam kerja, dan berkurangnya kapasitas produksi.

4. Akibat terhadap non produksi

Jenis kerusakan ini berakibat pada non produksi yang berkaitan dengan biaya perbaikan.

2.4.4 Karakteristik *Reability Centered Maintenance*

Karakteristik *Reliability Centered Maintenance* ada empat yaitu[14] :

1. Tujuan utama dari RCM adalah untuk menjaga fungsi sistem peralatan, bukan hanya menjaga peralatan agar tetap bekerja. Mengetahui fungsi sistem berarti mengetahui keluaran yang menjadi tujuan sistem dan dengan demikian dapat direncanakan tindakan perawatan untuk menjaga keluaran sistem sesuai dengan unjuk kerja yang dimiliki peralatan.
2. Mengidentifikasi mode kerusakan spesifik dalam bagian-bagian peralatan yang potensial menghasilkan kerusakan fungsi sistem.
3. Membuat prioritas perawatan dari mode kerusakan yang terjadi. Prioritas ini berdasarkan mode kerusakan yang memberikan kontribusi terbesar dalam sistem akan mendapat prioritas tertinggi. Sistematika prioritas berdasarkan *Logic Tree Analysis*.



4. Tindakan yang telah diberi prioritas diberi tindakan pencegahan yang dapat diterapkan.

2.4.5 Sistematika Penyusunan *Reliability Centered Maintenance*

Dalam pelaksanaan RCM yang paling penting adalah mengumpulkan informasi dan data untuk mengetahui dengan baik sistem yang akan dianalisa. Kegiatan ini dilakukan untuk mempermudah proses analisa siste. Penerapan taha-tahap metode RCM terdiri dari tujuh tahap yang sistematis yaitu[14]:

2.4.5.1 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Ketika keputusan untuk menggunakan RCM, maka ada dua pertanyaan yang timbul yaitu :

1. Pada tingkatan *assembly* seberapa proses analisa harus dilakukan yaitu:

Tingkatan *assembly* dapat dibagi menjadi empat bagian:

- a. Bagian adalah tingkatan terendah yang tidak dapat diuraikan lagi tanpa merusak peralatan.
- b. Komponen adalah sekelompok atau kumpulan dari bagian yang dapat diberikan satu identitas sendiri dan akan membentuk paling sedikit satu fungsi dan dapat berdiri sendiri.
- c. Sistem adalah sekumpulan dari komponen yang membentuk serial fungsi kunci yang dipakai fasilitas.
- d. Fasilitas adalah sekelompok dari sistem yang bekerja bersama untuk menghasilkan keluaran atau produk dengan melakukan proses dari berbagai masukan.

2. Apakah seluruh fasilitas atau pabrik akan dilakukan proses analisa dan bila tidak, fasilitas atau peralatan yang mana yang perlu dianalisa ada tiga yaitu :

- a. Setelah diketahui uraian dari fasilitas sampai tingkat bagian, maka perlu dilakukan pemilihan sistem yang akan dianalisa karena proses analisa seluruh sistem secara bersamaan sangat sulit dilakukan.
- b. Pengumpulan informasi dan data yang umumnya dibutuhkan dalam melakukan proses analisa RCM adalah diagram instrumentasi, skema sistem dan blok diagram yang menunjukkan bagaimana sistem bekerja, buku manual tiap alat, data historis kerusakan dan lain-lain.
- c. Informasi yang tidak tersedia dapat dilakukan pengumpulan data dengan

melakukan pencatatan langsung di lapangan atau mewawancarai personel atau operator dan juga bagian lainnya yang bertanggung jawab pada fasilitas.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.4.5.2 Pendefinisian Batas Sistem

Jumlah sistem dalam suatu fasilitas sangat banyak karena itu perlu dilakukan definisi batas sistem. Pendefinisian bertujuan untuk menghindari tumpang tindih antara satu sistem lainnya. Dalam melakukan pendefinisian batas sistem harus:

1. Memiliki pengetahuan apa yang harus dimasukkan dalam sistem dan mana yang tidak, sehingga fungsi penting yang potensial tidak terabaikan.
2. Mengetahui batas sistem dan temukan faktor atau parameter yang masuk ke dalam sistem serta faktor keluaran sistem.

Hal-hal yang didokumentasikan dalam proses pendefinisian batas sistem yaitu berupa:

1. Batas sistem dengan pembuatan skema blok sistem.
2. Gambaran umum batas sistem yang meliputi pendefinisian elemen-elemen setiap sistem dan batas fisik primer sistem.
3. Gambaran detail batas sistem yang melibatkan masukan dan keluaran setiap sistem.

2.4.5.3 Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsi

Tahap ketiga dari RCM adalah mengidentifikasi dan mendokumentasikan data-data atau informasi detail bagaimana sistem tersebut bekerja. Ada lima informasi yang secara terpisah dikembangkan dalam tahap ini yaitu:

1. Uraian sistem berisi analisa yang menjelaskan cara kerja sistem serta penggunaan redundansi dan instrumen yang ada dalam sistem.
2. Blok diagram fungsi memperlihatkan interaksi antara satu blok diagram fungsi dengan blok diagram fungsi lainnya.
3. Masukan dan keluaran sistem adalah penetapan batas-batas sistem dan pengembangan dari fungsi subsistem memungkinkan kita untuk melengkapi dan mendokumentasikan fakta dari variasi elemen-elemen melintasi batas sistem. Elemen-elemen melintasi sistem dapat berupa energi, panas, sinyal, gas, dan sebagainya. Beberapa elemen berperan sebagai input yang melintasi batas sistem dan beberapa elemen berperan sebagai output yang melintasi batas sistem.
4. Data historis peralatan terdiri dari data kerusakan dan perawatan selama pemakaian peralatan.



5. *System Work Breakdown Structure* (SWBS) merupakan terminologi yang diambil dari Departemen Pertahanan Amerika untuk aplikasi RCM. SWBS digunakan untuk menggambarkan kelompok bagian-bagian peralatan yang menjalankan fungsi tertentu.

2.4.5.4 Pendeskripsian Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Harus diingat prinsip RCM adalah menjaga fungsi sistem. Oleh karena itu perlu untuk berpikiran bahwa:

1. Pada tahap proses analisa, fokus pada kegagalan fungsi bukan kegagalan peralatan.
2. Kerusakan fungsi biasanya dinyatakan dalam sebuah pernyataan kegagalan fungsi.

Pembuatan daftar fungsi sistem yang lengkap akan membantu dalam menentukan tindakan perawatan dalam menjaga fungsi sistem tetap bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

2.4.5.5 Penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode Effect Analysis merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan berbagai jenis-jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen serta menganalisa pengaruh-pengaruh yang terjadi terhadap keandalan. Bagian utama dalam menganalisa menggunakan FMEA ini adalah *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect severity*, kemudian terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect (occurrence)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = Severity * Occurrence * Detection$$

Keterangan:

Severity : S

Occurrence : O

Detection : D

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan penetapan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection* sesuai dengan kejadian yang terjadi dilapangan yaitu:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Nilai Saverity

Saverity adalah langkah pertama untuk menganalisis resiko, yaitu dengan menghitung seberapa besar dampak kejadian kegagalan dalam mempengaruhi *output* proses. Dampak tersebut memiliki *range* nilai mulai skala 1 sampai 10, dimana nilai 10 merupakan nilai yang terburuk. Tabel *Saverity* ini diikuti dari panduan standar *Automotive Industry Action Group* (AIAG) yang menggambarkan industri otomotif, sedangkan objek penelitian yang digunakan oleh penulis adalah *boiler*. Sehingga dilakukan modifikasi dari tabel *Saverity* AIAG untuk menggambarkan suatu kejadian yang berkaitan dengan boiler.

Tabel 2.1 kriteria dan nilai rating dari *Saverity*

Efek	Kriteria <i>Saverity</i>	Peringkat
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Kegagalan yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya	10
	Dapat menggagalkan sistem	
	Kegagalan terjadi tanpa adanya peringatan terlebih dahulu	
	Tidak ada tanda-tanda kerusakan sebelumnya	
	Dapat membahayakan operator boiler	
Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya	9
	Dapat menggagalkan sistem	
	Dapat membahayakan operator boiler	
	Adanya tanda-tanda kerusakan sebelumnya	
Sangat Tinggi	<i>Boiler</i> tidak dapat dioperasikan karena ada gangguan besar pada komponen dari <i>boiler</i>	8
	100% komponen harus dibongkar	
Tinggi	<i>Boiler</i> tidak dapat dioperasikan karena komponen <i>boiler</i> kehilangan fungsi utamanya	7
Sedang	<i>Boiler</i> dapat beroperasi, tetapi dapat merusak komponen <i>boiler</i>	6
	Mengalami pemborosan bahan baku untuk proses berikutnya, karena tidak ada <i>output</i> yang dihasilkan	
	Ada komponen yang tidak berfungsi	

Rendah	<i>Boiler</i> dapat beroperasi dengan aman tetapi mengalami penurunan performansi secara bertahap akibat ada gangguan pada komponen	5
--------	---	---

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	Mengalami pemborosan bahan baku untuk proses berikutnya	
Sangat Rendah	Gangguan minor pada lini produksi dengan efek yang sangat rendah	4
	<i>Boiler</i> dapat beroperasi dengan normal, namun <i>settingan</i> mengalami perubahan	
	Hasil produksi akhir <i>steam</i> tidak sesuai	
Kecil	<i>Boiler</i> dapat beroperasi dengan normal, namun ada gangguan kecil, operator menyadari adanya gangguan	3
	Sedikit berpengaruh pada kinerja <i>boiler</i>	
Sangat Kecil	Mesin dapat beroperasi dengan normal, efek dari gangguan tidak mengganggu jalannya operasi <i>boiler</i>	2
Tidak Ada Efek	Tidak ada efek sama sekali atau bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh pada mesin maupun proses produksi <i>steam</i>	1
Catatan: Tingkat <i>severity</i> diadopsi dari standar <i>reference manual potential failure mode and effect analysis</i> dari AIAG, dilakukan modifikasi kriteria untuk menyesuaikan objek dan kejadian di lapangan.		

2. Nilai Occurrence

Occurrence merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa sistem berjalan. Proses penentuan untuk nilai *occurrence* menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 *Occurrence* dalam FMEA

<i>Probability of Failure</i>	<i>Occurrence</i>	Frekuensi Kejadian (Tiga Tahun)	Peringkat
Sangat Tinggi	1 Per 10 hari	>109	10
	1 per 20 hari	55 sampai 108	9
Tinggi	1 per 30 hari	36 sampai 54	8
	1 per 50 hari	21 sampai 35	7
Sedang	1 per 60 hari	11 sampai 20	6
	1 per 100 hari	6 sampai 10	5
Rendah	1 per 1 tahun	3 sampai 5	4
	1 per 2 tahun	2	3

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Terkontrol	1 per 3 tahun	1	2
	Tidak pernah sama sekali	<1	1
Catatan: Tingkat <i>occurence</i> diadopsi dari standar <i>referencemanualpotentialfailure mode and effect analysis</i> dari AIAG, dilakukan modifikasi kriteria untuk menyesuaikan objek dan kejadian di lapangan.			

Nilai *Detection*

Detection adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Proses penentuan untuk nilai *detection* menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 2.3 *Detection* dalam FMEA

Deteksi	Kriteria <i>Detection</i>	peringkat
Tidak Terdeteksi	Tidak bisa terdeteksi dan menimbulkan kerusakan yang parah	10
Sedikit	Terdeteksi sedikit karena kontrol sulit mendeteksi gangguan	9
Sangat Kecil	Terdeteksi kecil komponen <i>boiler</i> tidak dapat beroperasi	8
	Terdeteksi kecil, komponen <i>boiler</i> tidak dapat beroperasi	7
Kecil	Terdeteksi rendah karena ada komponen <i>boiler</i> yang tidak berfungsi atau rusak dilakukan penggantian alat	6
Rendah	Terdeteksi sedang karena ada komponen <i>boiler</i> yang mengalami gangguan, dilakukan tindakan perbaikan	5
Sedang	Terdeteksi cukup tinggi, komponen-komponen <i>boiler</i> mengalami perubahan settingan dan dilakukan tindakan pengecekan dan kalibrasi alat	4
Cukup Tinggi	Terdeteksi tinggi, karena adanya peringatan <i>alarm</i> kerusakan yang dipasang pada komponen <i>boiler</i>	3
Sangat Tinggi	Deteksi sangat tinggi, terdeteksi alat kontrol dan perawatan rutin dilakukan	2



Pasti	Pasti terdeteksi kerusakan	1
Catatan: Tingkat <i>detection</i> diadopsi dari standar <i>reference manual potential failure mode and effect analysis</i> dari AIAG, dilakukan modifikasi kriteria untuk menyesuaikan objek dan kejadian di lapangan.		

4. Nilai Risk Priority Number (RPN)

Setelah mendapatkan nilai *Saverity*, *Occurrence*, dan *Detection* komponen mesin boiler maka akan diperoleh nilai RPN. Setelah memasukkan nilai tersebut ke rumus RPN sebelumnya yaitu: $RPN = S * O * D$

Nilai dari RPN tersebut digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai acuan ke arah tindakan perawatan pada sistem yang mengalami kegagalan.

Komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi harus mendapatkan penanganan yang pertama, Selain itu perhatian harus diberikan kepada sistem yang memiliki nilai *severity* tertinggi 9 atau 10 tanpa melihat nilai RPNnya.

Semakin kecil nilai RPN maka semakin baik tingkat keandalan sistem tersebut. Pada metode *failure mode and effect analysis* sebuah sistem dikatakan handal apabila nilai RPN nya kecil dari 200, namun apabila nilai RPN lebih dari 200 maka perlu adanya penanggulangan terhadap sistem tersebut.[16]

Tahap ini merupakan tahap analisa penyebab terjadinya kegagalan fungsi pada bagian mesin yang diteliti. Kegagalan fungsi pada bagian mesin yang diteliti akan ditampilkan dalam bentuk matriks. Pembuatan matriks ini menggambarkan hubungan antara kegagalan fungsi (baris) dengan bagian-bagian mesin yang diteliti (kolom) yang akan menjadi dasar pembuatan tabel FMEA. Melalui pembuatan tabel FMEA dapat diketahui mode kerusakan dan penyebab kerusakan bagian-bagian mesin yang diteliti.

Dalam proses analisa FMEA sumber informasi yang didapat digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Data historis peralatan, yang sebelumnya sudah didokumentasikan dalam tahap 3 RCM. Melalui data historis dapat memberikan informasi mode kerusakan yang sebenarnya terjadi pada komponen. Namun



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

analisis mode kerusakan tidak terbatas hanya mode kerusakan yang pernah terjadi, namun semua mode kerusakan yang mungkin pernah terjadi.

2. Pengalaman teknisi, engineer dan ahli perawatan yang menangani mesin-mesin yang diteliti.
3. *Original Equipment Manufacture* (OEM) yang merupakan dokumen mengenai perancangan, operasi, dan perawatan peralatan yang bersangkutan.

Tahap akhir dari proses FMEA adalah menentukan akibat dari mode kerusakan terhadap 3 tingkatan yaitu akibat kerusakan untuk lokal, akibat kerusakan untuk sistem, dan akibat kerusakan untuk fasilitas. Redudansi berfungsi untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi, oleh karena itu apabila redudansi dapat menghapus mode kerusakan, prioritas analisis untuk mode kerusakan tersebut akan dikeluarkan dari analisis dan dicatat pada daftar *run to failure* (RTF).

2.5 Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA)

Fmeca adalah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang berpotensi buruk (kegagalan) dan tingkat kekritisannya. Input dari FMECA adalah rencana, diagram, probabilitas dan frekuensi data berdasarkan historis. Sedangkan outputnya adalah daftar Most critical risk dan beberapa target dari mitigasi resiko. Metode FMECA pertama kali dikembangkan pada tahun 1960 oleh industri penerbangan sebagai syarat keandalan dan keamanan. Selanjutnya metode ini pun mulai berkembang secara meluas pada industri lain, guna memastikan keandalan dan keselamatan kerja dan produk.

FMECA terdiri dari dua analisis yang berbeda, yaitu :

1. Analisa FMEA yaitu proses pengidentifikasian faktor penyebab terjadinya kegagalan dan efek yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan tersebut.
2. Analisis CA (Criticality Analysis) yaitu proses penilaian dan pengklasifikasian resiko kegagalan sistem, peluang terjadinya kegagalan, dan tingkat keparahan setiap kegagalan dalam bentuk nilai nyata pada masing-masing titik kritis yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya.



FMECA merupakan alat yang digunakan untuk pengelolaan resiko yang memiliki kualitas terhadap batas penerapan sistem keamanan yang lengkap. Teknik ini menyediakan analisa resiko untuk perbandingan satu komponen kegagalan terhadap penyebab kegagalan yang dapat dihindari. Resiko adalah ukuran dari kombinasi konsekuensi modus kegagalan dan kemungkinan kejadian kegagalan tersebut pada sistem. Hasil perhitungan resiko terbesar menjadi prioritas kegagalan yang paling utama untuk direncanakan perbaikannya.

Proses evaluasi terhadap titik kritis dapat dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan yang berbeda yaitu CN (Criticality Number) dan RPN (Risk Priority Number). Pendekatan RPN cenderung menggunakan metode kualitatif dalam mengurutkan ranking severity (S), occurrence (O), dan detection (D) dengan bantuan skala numerik 1 sampai 10. Pendekatan RPN banyak digunakan oleh industri otomotif. Setiap ranking yang diperoleh dari ketiga faktor penilaian nantinya dikalikan untuk mendapat nilai RPN. Nilai RPN tersebut memperlihatkan tingkat kritis dari setiap titik kritis yang terdeteksi pada sistem. Semakin tinggi nilai RPN akan memberikan asumsi bahwa titik kritis tersebut semakin penting untuk diprioritaskan dalam pemberian tindakan koreksi. Prioritas pemberian tindakan koreksi pun nantinya tidak hanya dilakukan berdasarkan perolehan nilai RPN tetapi juga turut ditentukan berdasarkan posisi titik kritis pada matriks kritikal.

Berbeda dengan pendekatan RPN, pendekatan CN cenderung menggunakan metode kuantitatif dengan mengembangkan criticality ranking yang meliputi probabilitas efek kegagalan (β), rasio kegagalan (α), tingkat kegagalan bagian (λ), dan waktu operasi (τ). Perkalian dari semua item tersebut nantinya akan menghasilkan nilai CN dan semakin besar nilainya maka semakin besar pula prioritasnya untuk diberikan tindakan koreksi. Dengan menggunakan pendekatan ini, resiko kesalahan negatif terhadap perolehan nilai CN cukup sulit dihindari bila dibandingkan dengan pendekatan RPN yang turut didukung oleh adanya matrik kritikal. Pendekatan CN banyak digunakan oleh industri nuklir dan penerbangan.

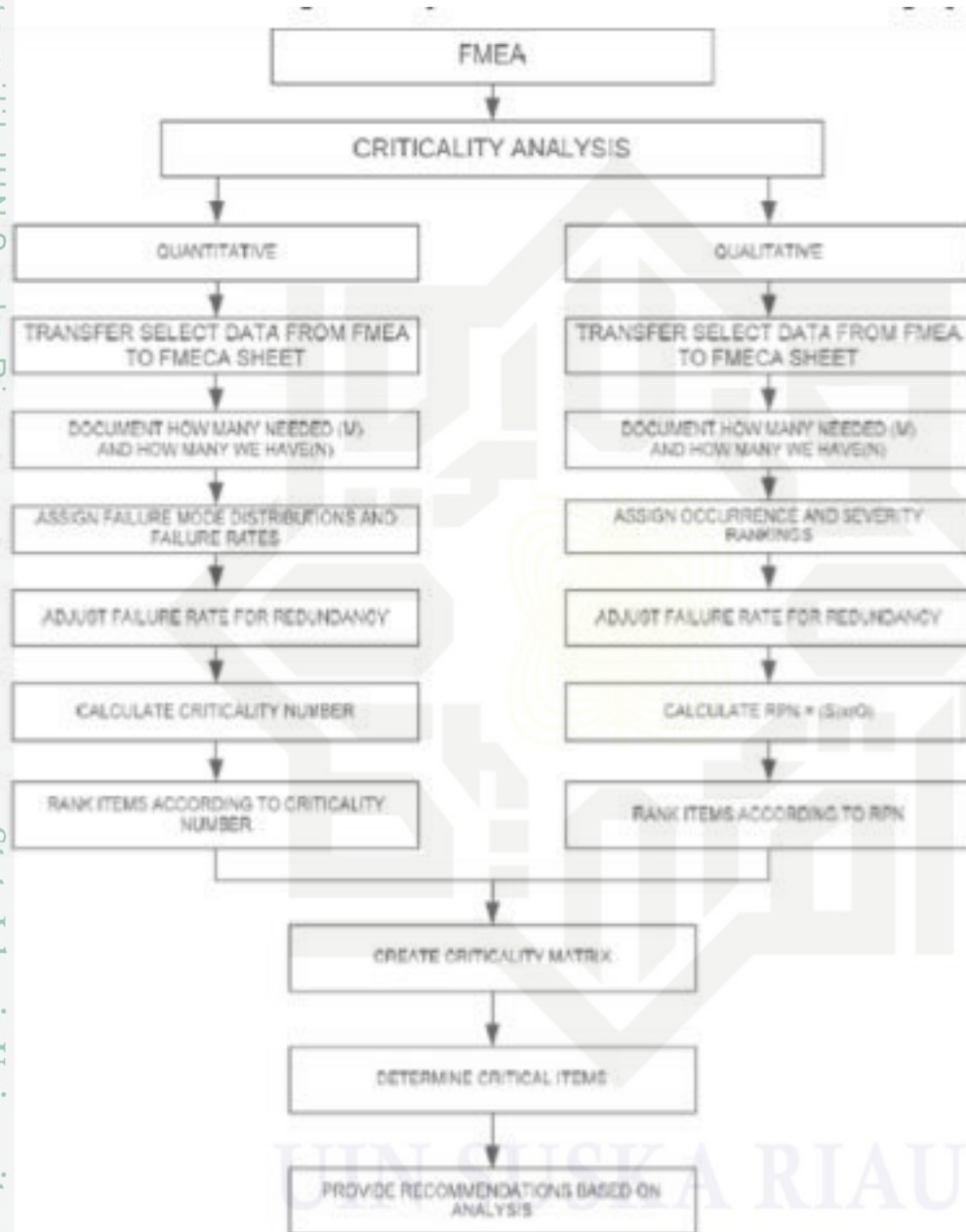
2.5.1 Langkah-langkah Dalam Penerapan Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA)

Dalam menganalisa menggunakan metode FMECA ada beberapa cara dan langkah-langkah yang dilakukan. Ada dua cara dalam analisa FMECA yaitu[24]:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Kualitatif ,metode ini di gunakan ketika data dalam analisa FMECA tidak lengkap atau tingkat kegagalan tidak tersedia .

b. Kuantitatif,metode ini digunakan apabila data dalam analisa FMECA lengkap.



Gambar 2.112 Langkah-langkah analisa FMECA[24]

Langkah-langkah dasar dalam FMECA konvensional meliputi[25]:

a. Mendefinisikan sistem, yang meliputi identifikasi fungsi internal dan interface, kinerja yang diharapkan dalam berbagai tingkatan kompleksitas, pembatasan sistem dan definisi kegagalan.



b. Melakukan analisis fungsional, yang mengilustrasikan kegiatan operasi keterkaitan, dan ketergantungan entitas fungsional.

c. Mengidentifikasi failure mode dan dampaknya, seluruh failure mode potensial dari item dan interface diidentifikasi dan dampaknya terhadap fungsi langsung, item dan sistem harus didefinisikan secara jelas.

d. Menentukan severity rating (S) dari failure mode, yang mengacu kepada seberapa serius dampak atau efek dari failure mode.

e. Menentukan occurrence rating (O) dari frekuensi terjadinya failure mode dan analisis kekritisan failure mode. Dengan asumsi bahwa komponen sistem cenderung akan mengalami kegagalan dalam berbagai cara, informasi ini digunakan untuk menggambarkan aspek yang paling kritis dari desain sistem.

f. Menentukan Detection rating (D) dari design control criteria terjadinya failure mode.

g. Risk Priority Number (RPN) Merupakan hasil perkalian bobot Severity, Occurance dan Detection. Hasil ini akan dapat menentukan komponen kritis.

2.5.2 Menentukan Nilai Severity, Occurrence, RPN, dan Criticality Matrix

Untuk mendapatkan nilai peringkat atau kriteria keandalan dalam metode FMECA, maka perlu dilakukan penetapan nilai Severity, Occurrence, dan Detection sesuai dengan kejadian yang terjadi dilapangan.

2.5.2.1 Nilai Severity

Severity adalah tingkat keparahan dari efek yang ditimbulkan oleh model kegagalan terhadap keseluruhan sistem[27]. Nilai rating severity antara 1 sampai 10. Dimana nilai 1 menunjukkan kondisi terbaik dan nilai 10 menunjukkan kondisi terburuk yang diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang sangat besar terhadap sistem. Tabel severity ini mengutip dari panduan standar Automotive Industry Action Group (AIAG) yang menggambarkan industri otomotif, sedangkan objek penelitian yang digunakan oleh penulis adalah boiler. Sehingga dilakukan modifikasi dari tabel severity AIAG untuk menggambarkan kejadian yang berkaitan dengan boiler.



Tabel 2.4 Severity dalam FMECA[26]

Efek	Kriteria Severity	Peringkat
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Kegagalan yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya.	10
	Dapat menggagalkan sistem.	
	Kegagalan terjadi tanpa adanya peringatan terlebih dahulu	
	Tida ada tanda-tanda kerusakan sebelumnya	
	Dapat membahayakan operator boiler	
Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya	9
	Dapat menggalka sistem	
	Dapat membahayakan operator boiler	
	Adany tanda-tanda keusakan sebelumnya	
Sangat Tinggi	Boiler tidak dapat dioperasikan karena ada gangguan besar pada komponen dari boiler	8
	100% harus dibongkar	
Tinggi	Bioler tidak dapat dioperasikan karena komponen boiler kehilangan fungsi utamanya	7
Sedang	Boiler dapat beroperasi, tetapi performasi berkurang hinga mempengaruhi <i>output</i>	6
	Mengalami pemborosan bahan baku untuk proses berikutnya	
	Ada komponen yang tidak berfungsi	
Rendah	Boiler dapat beroperasi dengan aman tetapi mengalami penurunan performasi secara bertahap akibat ada gangguan pada komponen	5
	Mengalami pemborosan bahan baku untuk proses berikutnya	
	Gangguan minor pada lini produksi dengan efek yang sangat rendah	

Boiler dapat beroperasi dengan normal, namun

4

Sangat Rendah

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.	Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang	settingan mengalami perubahan	
		Hasil produksi akhir <i>steam</i> tidak sesuai	
	Kecil	Boiler dapat beroperasi dengan normal namun adagangguan kecil, operator menyadari adanya gangguan	3
	Sangat Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja boiler	
		Mesin dapat beroperasi dengan normal, efek dari gangguan tidak mengganggu jalannya operasi boiler	2
	Tidak Ada Efek	Tidak ada efek sama sekali atau bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh pada mesin maupun proses produksi <i>steam</i>	1
Catatan: Tingkat <i>Severity</i> diadopsi dari standar <i>reference manual potensial failure mode and effect analysis</i> dari AIAG, dilakukan modifkasi untuk menyesuaikan objek dan kejadian dilapangan			

2.5.2.2 Nilai Occurence

Occurence merupakan nilai dari frekuensi kejadian, yaitu seberapa sering akibat tersebut muncul leh karena penyebab tertentu. Guna skala 1 (permasalahan yang jarang terjadi) sampai 10 (frekuensi munculnya permasalahan yang sangat tinggi). *Occurence* juga merupakan sebuah penilaian dengan tingkatan tertentu dimana adanya sebuah sebab kerusakan secara mekanis yang terjadi pada mesin. Dari angka atau tingkatan *occurence* ini dapat diketahui kemungkinan terdapatnya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kerusakan mesin[28].



Tabel 2.5 *Occurence* dalam Fmeca

<i>Probability of Failure</i>	<i>Occurence</i>	Frekuensi Kejadian (Tiga Tahun)	Peringkat
Sangat Tinggi	1 per 10 hari	>109	10
	1 per 20hari	55 sampai 108	9
Tinggi	1 per 30 hari	36 sampai 54	8
	1 per 50 hari	21 sampai 35	7
Sedang	1 per 60 hari	11 sampai 20	6

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Iptta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang		1 per 100 hari	6 sampai 10	5
	Rendah	1 per 1 tahun	3 sampai 5	4
		1 per 2 tahun	2	3
	Terkontrol	1 per 3 tahun	1	2
		Tidak pernah sama sekali	< 1	1

Catatan: Tingkat *occurrence* diadopsi dari standar *reference manual potential failure mode and effect analysis* dari AIAG, dilakukan modifikasi kriteria untuk menyesuaikan objek dan kejadian di lapangan.

2.5.2.3 Nilai Risk Priority Number (RPN)

Setelah mendapatkan nilai *Saverity* dan *Occurrence* komponen mesin boiler maka akan diperoleh nilai RPN. Setelah memasukkan nilai tersebut ke rumus RPN sebelumnya yaitu: $RPN = S \times O$ (2.6)

Keterangan:

S : *Saverity*

O : *Occurrence*

Nilai RPN tersebut digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai acuan ke arah tindakan perawatan pada sistem yang mengalami kegagalan.

Komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi harus mendapatkan penanganan yang pertama, selain itu perhatian harus diberikan kepada sistem yang memiliki nilai *severiti* tertinggi 9 atau 10 tanpa melihat nilai RPNnya.

2.5.2.4 Criticality Rangkaian

Criticality rangkaian adalah suatu daftar yang digunakan untuk menentukan peringkat mode kegagalan atau komponen yang paling dikhawatirkan. Dalam menentukan tingkat pada *Criticality rangkaian* dengan menggunakan metode kualitatif, nilai RPN yang paling tinggi yang menjadi tingkat paling dikhawatirkan.



2.5.2.5 Criticality Matrix

Criticality matrix adalah sarana grafis atau visual untuk mengidentifikasi dan membandingkan mode kegagalan untuk semua komponen dalam sistem atau subsistem tertentu dan probabilitas mereka terjadi[24]. *Criticality matrix* merupakan akhir analisa FMECA. Akhir dari analisa FMECA adalah menentukan tingkat kekritisan komponen atau mode kegagalan.

Pada *criticality matrix* digunakan nilai RPN untuk melihat tingkat kekritisan komponen. Nilai RPN paling tinggi (*Criticality ranking* paling dikhawatirkan) sebagai komponen kritis. Selain nilai RPN pada *criticality matrix*, penentuan tingkat kekritisan juga mengacu pada nilai *severity*. Hal ini dilakukan apabila nilai RPN dalam *criticality matrix* sama besar.

2.6 Diagram Pareto

Vilfredo Frederigo Pareto mengembangkan diagram pareto pada akhir abad ke-19, merupakan pendekatan *logic* dari tahap awal pada proses perbaikan suatu situasi yang digambarkan dalam bentuk histogram yang dikenal sebagai konsep *vital few and the trivial many* untuk mendapatkan penyebab utamanya. Diagram pareto telah digunakan secara luas dalam kegiatan kendali mutu untuk menangani kerangka proyek, proses program, kombinasi pelatihan, proyek dan proses, sehingga sangat membantu dan memberikan kemudahan bagi para pekerja dalam meningkatkan mutu pekerjaan. Diagram pareto sangat tepat digunakan jika menginginkan hal-hal seperti menentukan prioritas karena keterbatasan sumber daya, menggunakan kearifan tim secara *kolektif*, menghasilkan *consensus* atau keputusan akhir, dan menempatkan keputusan pada data kuantitatif (Putri, 2014).

Prinsip pareto dikenal juga sebagai aturan 80-20, yang menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% dari pada efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya. Prinsip ini diajukan oleh pemikir manajemen bisnis M. Juran, yang menamakannya berdasarkan ekonom Italia Vilfredo Pareto, yang pada tahun 1906 mengamati bahwa 80% dari pendapatan di Italia dimiliki oleh 20% dari jumlah populasi.

Implementasi pada diagram pareto, prinsipnya 80 per 20% ini dapat diterapkan untuk berbagai hal, yaitu [18]:



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

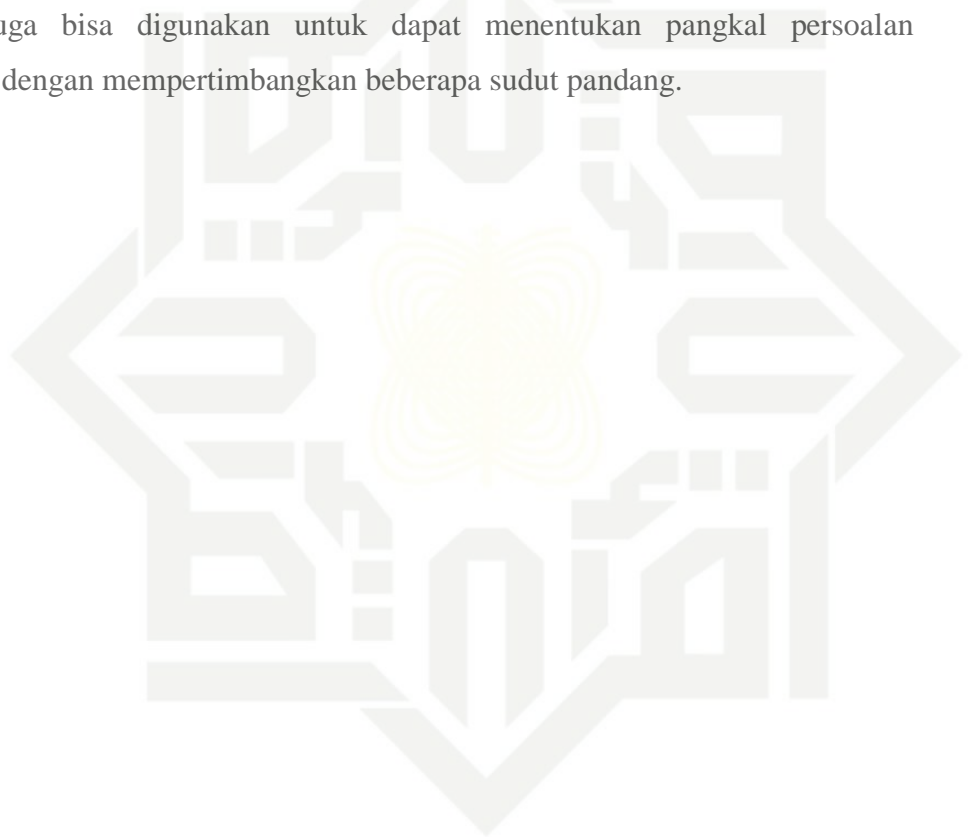
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. dari keluhan 80% pelanggan muncul dari 20% produk atau jasa
2. dari 80% keterlambatan jadwal timbul dari 20% dari kemungkinan penyebab penundaan.
3. 20% produk atau jasa mencapai 80% dari keuntungan
4. 20% dari tenaga penjualan memproduksi 80% dari pendapatan perusahaan
5. 20% dari cacat sistem menyebabkan 20% masalah.

Pada suatu diagram pareto akan dapat diketahui, suatu faktor merupakan faktor yang paling prioritas dibandingkan faktor-faktor lainnya, karena faktor tersebut berada pada urutan terdepan, terbanyak atau pun tertinggi pada deretan jumlah faktor yang di analisa.

Diagram pareto juga bisa digunakan untuk dapat menentukan pangkal persoalan berdasarkan analisa dengan mempertimbangkan beberapa sudut pandang.



UIN SUSKA RIAU



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Metodologi penelitian ini merupakan proses tahapan yang dilakukan penulis dalam menyelesaikan permasalahan dan pencapaian target penelitian mengenai tentang analisis keandalan sistem instrumentasi boiler dengan menggunakan metode *Reability Centered Maintenance* dan metode *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* pada PKS Sei Galuh.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah tempat dimana suatu penelitian dilakukan. Penetapan lokasi penelitian merupakan tahap awal yang sangat diperlukan dalam melakukan suatu penelitian, maka dari itu, untuk mempermudah peneliti dalam mendapatkan hasil penelitian dengan objek dan tujuan yang akan diambil, untuk lokasi penelitian yang dilakukan oleh peneliti tersebut berada di jln. Garuda Sakti Km-21 Sei Galuh, Tapung Kampar, Bangkinang.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

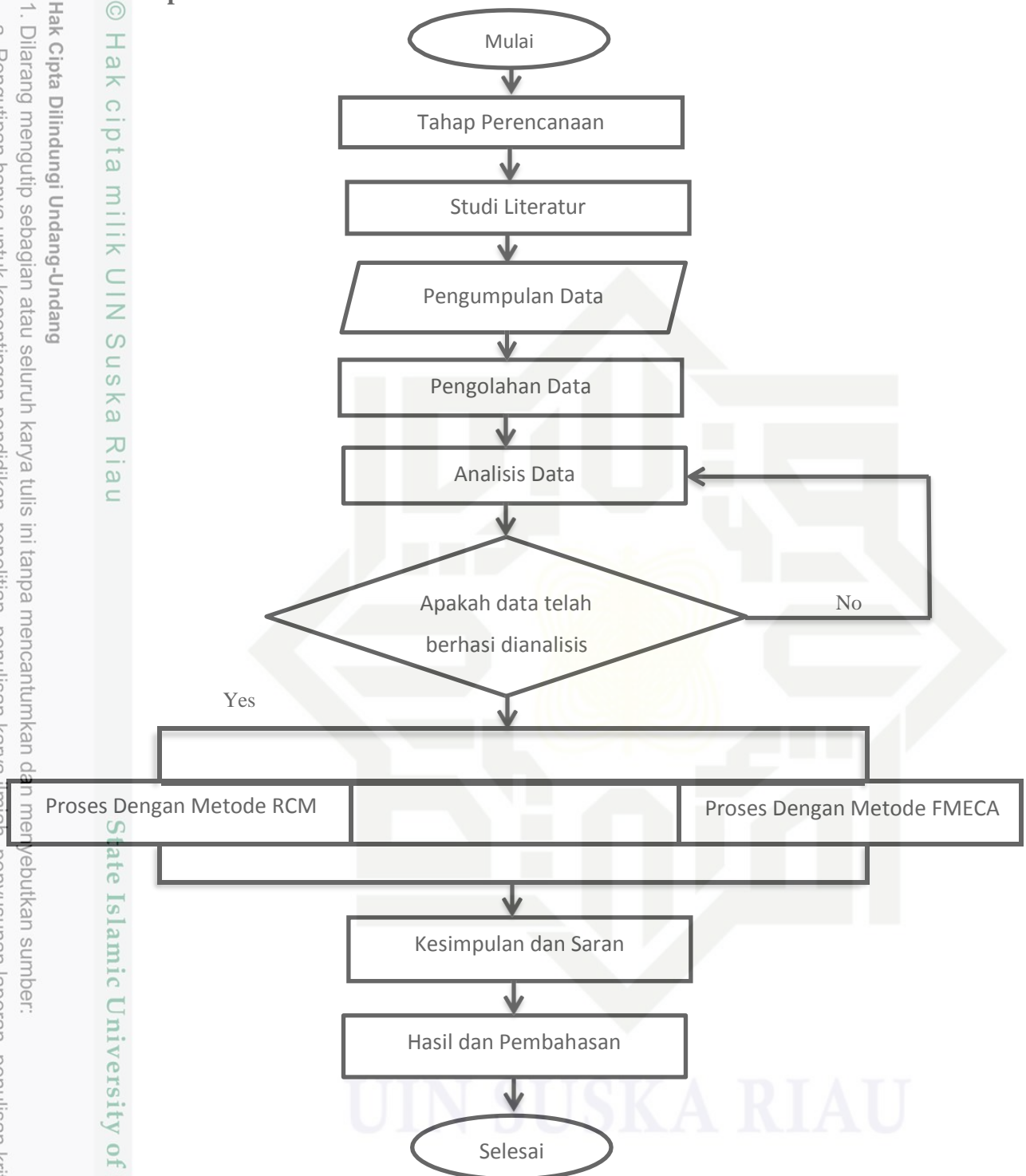


Tahapan Penelitian

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

3.3 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian Tugas Akhir



3.4

Uraian *Flowchart* Penelitian

3.4.1

Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan merupakan sebuah tahapan yang paling awal dalam sebuah penelitian, dimana semua hal yang akan dilakukan pada penelitian dapat berjalan sesuai dengan ketentuan yang berlaku dalam pedoman standar yang digunakan. Adapun perencanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan

Pada tahap ini bertujuan untuk menentukan latar belakang yang terkait dengan penelitian, menentukan permasalahan yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian, menetapkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian berdasarkan rumusan masalah, menentukan batasan masalah agar tidak menyimpang dari tujuan awal, dan menjelaskan manfaat dari penelitian yang dilakukan.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan pengamatan awal pada PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS Sei Galuh untuk melihat kondisi sebenarnya dari perusahaan tersebut. Serta mencari permasalahan-permasalahan tentang kendala yang dihadapi oleh PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V Sei Galuh, sehingga dapat keandalan boiler dengan menggunakan metode RCM dan FMECA.

3. Studi Lapangan

Langkah ini dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung ke tempat tujuan yang menjadi objek penelitian. Tujuannya untuk mengenal situasi atau kondisi dalam perusahaan serta mengumpulkan data yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas dengan melakukan *interview* dengan pihak perusahaan. Selain untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dari pihak perusahaan, permasalahan kegagalan yang timbul lebih banyak didapatkan melalui pengalaman dari operator-operator di perusahaan tersebut.

4. Daftar Pustaka

Pada tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan konsep serta metode yang berhubungan dengan masalah dan tujuan penelitian yang akan dicapai. Studi pustaka ini juga berisi tentang referensi yang merupakan landasan teori dari penelitian terkait. Teori-teori pendukung dalam penelitian ini berupa teori

Har Cipta Diilang Undang

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tentang boiler, teori dari keandalan, metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan metode *Failure Mode Effect and Critically Analysis* (FMECA) untuk memperkuat hasil dari penelitian tersebut. Studi pustaka tersebut diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan artikel yang berkaitan dengan penelitian dengan kategori yang dapat dipertanggung jawabkan.

3.4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan memfokuskan untuk memperoleh data-data maupun informasi dari perusahaan yang diperlukan sebagai data yang akan digunakan untuk memecahkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data komponen perangkat sistem instrumentasi *boiler*
2. Data penyebab dan efek kegagalan
3. Data tentang gangguan pada *boiler* selama 4 tahun dari periode Januari 2016 sampai Desember 2019
4. Data waktu beroperasi kerusakan dan perbaikan
5. Data yang dibutuhkan dalam analisa RCM dan FMECA
6. Data wawancara kepada pihak-pihak yang berkaitan terhadap kinerja sistem instrumentasi *boiler*.

3.4.3 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data yang didapatkan selama melakukan penelitian dari perusahaan PTPN V Sei Galuh, akan dilakukan pengolahan data menggunakan metode RCM dan FMECA. Proses pengukuran maupun penentuan data berdasarkan *worksheet*, pada pengolahan data ini dilakukan dengan cara mengungkapkan ide-ide dengan pimpinan dan pegawai PKS PTPN V Sei Galuh. Hal ini dilakukan karena pihak perusahaan yang dipandang lebih memiliki keahlian, pengalaman, dan banyak mengenai tentang karakteristik dari perangkat yang bersangkutan sehingga akan menjamin adanya kepastian tentang keakuratan data yang diperoleh. Pengolahan data menggunakan metode RCM yaitu:



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Pemilihan system dan pengumpulan informasi, dalam pelihan system ini dilakukan agar system yang diteliti tidak terlalu laus dan mengumpulkan informasi berdasarkan system yang dipilih.
2. Defenisi batasan system yang bertujuan untuk membatasi mana saja yang termasuk komponen-komponen yang dianalisa sehingga komponen dapat teridentifikasi secara akurat.
3. Mendeskripsikan system dan FBD yang digunakan untuk menguraikan secara detail setiap proses system dan menyusun blok diagram fungsi-fungsi dari komponen yang saling berhubungan dengan system.
4. Penentuan fungsi dan kerusakan fungsional yang dilakukan untuk memperlihatkan bagaimana masukan dan keluaran system yang bekerja sesuai dengan fungsinya serta bagaimana masukan da keluaran system yang tidak bekerja sesuai dengan fungsinya.
5. Mendeskripsikan FMEA digunakan untuk menentukan tingkat keandalan system dengan cara menentukan tingkat keandalan system dengan cara menentukan nilai kegagalan system berdasarkan *severity* dan *occurance*. Kemudian nialai-nilai yang didapat akan menentukanberapa nilai RPN setelah dimasukan kedalam rumus perkalian $RPN=S*O$.
6. Setelah nilai RPN didapatkan kemudian dimasukkan nilai RPN dari yang rendah ke tinggi untuk pembuatan diagram pareto yang berfungsi untuk melihat tingkat kegagalan tiap-tiap komponen dari sistem instrumentasi *boiler*.

Melakukan pemilihan tindakan untuk menentukan tindakan tepat yang didasarkan pada enam jenis *maintenancetask* yaitu *condition-directed task*, *time-directed life-renewaltask*, *failure finding task*, *run to failure*, *servicing task* dan *lubrication task*. Dalam pemilihan ini bertujuan untuk mencegah dan mengurangi kerusakan pada komponen dan kinerja system.

3.4.4 Analisa Dan Pemecahan Masalah

3.4.4.1 Analisa RCM

Pada analisa pemecahan masalah ini analisisnya dilakukan menggunakan worksheet untuk memasukkan data yang sudah diolah kemudian disusun berdasarkan pengkategorian dan tindakan penyelesaian masalah dari mode pendekatan RCM. Dari rekomendasi ini



akan diperoleh tindakan sesuai dengan kegagalan dan kerusakan sistem yang terjadi dari masing-masing komponen instrumentasi pada *boiler*. Berikut ini merupakan *worksheet* dalam analisa pemecahan masalah yaitu:

1. Pembuatan FMEA

Pembuatan FMEA digunakan untuk mengetahui mode kegagalan, penyebab, kegagalan serta menentukan nilai kegagalan sistem berdasarkan *severity*, *occurrence* dan *detection*. Nilai-nilai tersebut kemudian akan dikalikan dengan rumus $S \times O \times D$. Hasil akhir pembuatan FMEA ini berupa *worksheet* ini data yang sudah diolah akan dimasukkan berdasarkan kategori yang ada pada *worksheet* yang ada.

Tabel 3.1 *worksheet* FMEA

No.	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan			FMEA			
					Lokal	Unit Proses	Sistem	S	O	D	RPN
1	Blowdown Valve	Membuang air dan kotoran yang berlebih									

Keterangan:

1. Komponen, merupakan bagian-bagian dari alat-alat instrumentasi yang dianalisa.
2. Fungsi, merupakan kegunaan dari komponen sistem instrumentasi *boiler*.
3. Mode kegagalan, merupakan jenis-jenis kegagalan yang pernah terjadi.
4. Penyebab dari kegagalan, merupakan faktor yang menyebabkan alat atau sistem mengalami kegagalan.
5. Efek kegagalan terhadap lokal, merupakan akibat terjadinya komponen yang mengalami yang mengalami kegagalan.
6. Efek kegagalan terhadap unit proses, merupakan akibat yang terjadi terhadap suatu unit proses yang mengalami terjadinya kegagalan.



7. Efek kegagalan terhadap sistem, merupakan akibat yang terjadi terhadap keseluruhan pada suatu sistem.
8. *Severity* (S), merupakan tingkat keparahan dari efek kegagalan yang terjadi.
9. *Occurrence* (O), merupakan frekuensi kegagalan yang terjadi.
10. *Detection* (D), merupakan seberapa besar kemungkinan kegagalan dapat terdeteksi.
11. RPN, merupakan hasil nilai dari $S \cdot O \cdot D$.

3.4.4.2 Analisa FMECA

Metode FMECA digunakan untuk menganalisa tingkat kekritisitas suatu sistem. Metode FMECA mempunyai dua sistem analisa yaitu analisa kualitatif dan analisa kuantitatif. Penelitian ini menggunakan sistem kualitatif. Berikut langkah-langkah analisa kualitatif FMECA:

- a. Mendefinisikan sistem instrumentasi *boiler* PKS PTPN V Sei Galuh, yang meliputi identifikasi komponen, fungsi, kinerja, yang diharapkan, pembatasan sistem dan definisi kegagalan.
- b. Mengidentifikasi *Potential Failure Mode Potential Effect of Failure, Potential Cause of Failure*.
- c. Menentukan severity rating (S), yang merupakan sebagai serius dampak atau efek dari failure mode.
- d. Menentukan occurrence rating (O), yang merupakan frekuensi terjadinya failure mode.
- e. Menghitung Risk Priority Number (RPN). RPN merupakan hasil perkalian bobot Severity dan Occurrence. Hasil ini akan dapat menentukan komponen kritis. Menghitung RPN menggunakan rumus $RPN = S \cdot O$.
- f. Membuat *worksheet* FMECA.

Tabel 3.2 dibawah ini adalah tabel *Worksheet* FMECA. Setiap kolom ini akan diisi berdasarkan data yang didapat pada saat pengumpulan data.

No	Component <i>Boiler</i>	Function	Potential failure mode	Potential effect of failure	Potential cause of failure	S	O	RPN



Keterangan :

1. *Component Boiler*, merupakan bagian-bagian dari alat instrumentasi yang di analisa
2. *Function*, merupakan kegunaan dari komponen instrumentasi
3. *Potential Failure Mode*, merupakan jenis-jenis potensi kegagalan
4. *Potential Effect Of Failure*, merupakan akibat-akibat yang akan ditimbulkan
5. *Potential Cause Of Failure*, merupakan hal-hal yang menyebabkan terjadinya
6. *Severity (S)*, merupakan tingkat keparahan dari efek kegagalan yang terjadi
7. *Occurance (O)*, merupakan frekuensi kegagalan yang terjadi
8. *RPN*, merupakan hasil nilai dari $S \times O$

g. Membuat *Criticality Ranking*

Pada tahap ini nilai RPN yang didapat dari hasil perhitungan pada tahap analisa FMECA akan diurutkan mulai dari yang tertinggi ke terendah. Tujuan pengurutan ini adalah mengetahui komponen atau mode kegagalan mana yang sangat mengkhawatirkan. RPN yang paling tinggi adalah komponen atau mode kegagalan yang sangat mengkhawatirkan. Hal ini dapat dilihat pada *worksheet* FMECA dimana RPN paling tinggi akan diletakkan paling atas dan diurutkan sampai ke paling rendah.

h. *Criticality Matrix*

Criticality matrix merupakan akhir dari analisa FMECA. Komponen yang paling atas adalah komponen yang paling kritis dan paling utama dilakukan penanganan. Pada Proses ini apabila ditemukan nilai RPN yang sama, akan dilakukan peninjauan pada nilai *severity*. Langkah-langkah membuat *criticality matrix* :

1. Mengurutkan nilai RPN dari yang tertinggi sampai terendah
2. Apabila ditemukan nilai RPN yang sama, akan dilakukan peninjauan pada nilai *severity*. Nilai *severity*, yang paling tinggi dari nilai RPN yang sama merupakan komponen yang kritis
3. Membuat tabel yang berisi nama komponen, *Potential failure mode*, dan nilai RPN



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 3.3 *Criticallty Matrix*

<i>Component Boiler</i>	Potentil Failure Mode	RPN

- Mengisi kolom tabel tersebut berdasarkan urutan yang telah dibuat sebelumnya

3.4.5 Penilaian Keandalan

Penilaian keandalan berfungsi untuk melihat apakah tiap-tiap komponen yang ada pada instrumentasi *boiler* PKS PTPN V Sei Galuh masih handal atau tidak. Penilaian yang dilakukan berdasarkan rumus-rumus yang digunakan pada penelitian ini. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- Cari nilai keandalan masing-masing komponen, dengan cara:

- Cari nilai λ dengan menggunakan rumus 2.2

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{Total waktu operasi (jam)}}$$

- Cari nilai t (waktu beroperasi dari perbaikan sampai kerusakan kembali) dengan melihat data yang telah dicari pada saat pengumpulan data.
- Cari fungsi keandalan dengan menggunakan rumus 2.1

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

- Cari nilai kendalan seluruhnya dengan menggunakan sistem seri-paralel

3.4.6 Diagram Pareto

Ini merupakan tahap terakhir dalam pembuatan FMEA, dimana diagram pareto dapat menentukan komponen atau subsistem yang memberikan kontribusi terhadap kegagalan sistem. Diagram pareto juga bisa digunakan untuk dapat menentukan pangkal persoalan berdasarkan analisa dngan mempertimbangkan beberapa sudut pandang.



5.1

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis keandalan sistem instrumentasi *boiler* di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh, dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan metode *Failure Mode and Efect Critically Analysis* (FMECA) dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil yang diperoleh menggunakan metode RCM dan FMECA menunjukkan instrumentasi *boiler* memiliki tingkat *severity*, *occurrence* serta *detection* yang berbeda sesuai dengan yang telah didapatkan penyebab dan kegagalan.
2. Pada penentuan jadwal yang telah dilakukan pada masing-komponen dengan menggunakan metode RCM dan FMECA yaitu *mainsteam valve* 265 hari kerja, *water level gauge* 265 hari kerja, *manometer* atau *pressure gauge* 240 hari kerja, *dearator pum* 240 hari kerja, *distributing conveyor* 160 hari kerja, *induced draft fan* 240 hari kerja, *blow down* 206 hari kerja, *savety valve* 720 hari kerja, *turbin pump* 48 hari kerja, *forced draft fan* 48 hari kerja, serta *flow meter* 720 hari kerja dengan diperoleh nilai keandalan sistem instrumentasi dari *boiler* 1 dan *boiler* 2 adalah sebesar 99,99%.
3. Dari analisa yang didapatkan untuk menentukan *Risk Priority Number* (RPN) untuk nilai tertinggi terdapat pada *boiler* 1 komponen *mainsteam valve* dengan diperoleh nilai sebesar 195, sedang untuk *boiler* no 2 terdapat komponen *mainsteam valve* dengan nilai 255.
4. Dari analisa yang didapatkan untuk menentukan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan nilai tertinggi pada *boiler* 1 terdapat pada komponen *water leve gauge* diperoleh hasil 48, sedangkan pada *boiler* 2 terdapat pada komponen *mainsteam valve* dengan nilai sebesar 54.



5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian dari analisa di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Galuh, perawatan komponen instrumentasi *boiler* sangatlah penting dan harus diprioritaskan terhadap masing-masing komponen yang kritis demi menjaga permormasi dan kelancaran dalam pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi CPO. Penelitian terhadap sistem instrumentasi pada *boiler* dapat lebih dikembangkan lagi dengan menggunakan metode RCM II.

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

© Hak Cipta dilindungi Undang-undang UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V Sei Galuh 2018
- [2] Direktorat Jendral Kementrian Pertanian (kementan), *kontan.co.id*, 26 Februari 2018
<http://www.industri.kontan.co.id/news/kemtan-lahan-sawit-indonesia-capai-1403-juta-hektare>
- [3] Mesin Boiler PT. Musim Mas Terbakar, *Medan Bisnis*, 26 Juli 2015._
<http://medanbisnisdaily.com/news/read/2015/07/26/176947/mesin-boiler-pt-musim-mas-terbakar/#WAHDDcZLzsO> (Diakses 29 Agustus 2016)
- [4] Mesin Boiler PT. Pandaria Makmur Terbakar, *suarasurabaya*, 18 Januari 2016_
<http://kelanakota.suarasurabaya.net/news/2016/165870-Terdengar-Ledakan-dari-Kebakaran-Pabrik-PT-Pandaria-Makmur-Sidoarjo>
- [5] Saraswati ,Docki,dkk,2014,*Evaluasi Kegagalan Transformer Dengan Metode Failure Mode Effect and Criticality Abalysis (FMECA)*, Asian Journal of Engineering and Technology (ISSN: 2321- 2462), Volume 02-Issue 06
- [6] Hakim. D, 2017,,"Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi *Boiler* menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS Sei Pagar". Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru
- [7] Rachmad Hidayat, dkk, 2010, "Perencanaan Kegiatan *Maintenance* dengan *Reability Centered Maintenance II*, MAKARA, TEKNOLOGI, VOL. 14, NO. 1, APRIL 2010: 7- 14
- [8] Pardamean, Maruli, 2017, *Kupas Tuntas Agribisnis Kelapa Sawit*,Jakarta: Penebar Swadaya
- [9] Wahyunugraha,Hary,Weta,dkk,2013, *Analisis Keandalan Pada PLTU Deangan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis(FMEA)*, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, Surabaya: Institut Tenologi Sepuluh November
- [10] Imron , Mustajib, dkk, 2013, *Sistem Perawatan Terpadu*.Graha Ilmu. Yogyakarta
- [11] Djokosetyardjo,M.J.1990, " Penjelasan Lebih Lanjut Tentang Ketel Uap ". P.T. Pradaya Paramitha. Jakarta
- [12] UNEP, 2018, *Boiler dan Pemanas Fluida Thermis*, United Nation Enviroment Program

Hasil Cipta Milik UIN Suska Riau

1. Diilindungi Undang-Undang

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



[13]

Muin, Syamsir. A, 1998, *Pesawat-Pesawat Konveksi Energi I (Ketel Uap)*. Jakarta: RajaWali Pers.

[14]

Smith, Anthony M, 1993, *Reability Centered Maintenance*, The McGraw-Hill

[15]

Wiranti, W.S, dkk, 2006, *Perhitungan Efisiensi Boiler Pada Industri-Industri Tepung Terigu*, Jakarta.

[16]

McDemot, E. Robin, 2009, *The , Basic of Failure Mode and Effect*, Edisi 2. CRC Press USA.

[17]

Fadli Ridoan. 2017 “Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi Boiler Menggunakan Metode FTA dan FMEA di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar”. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru

[18]

Devani, Vera, dkk, 2015, *Pengantar Teknik Industri*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau. Pekanbaru

[19]

APRI Wandu P. Ginting. 2018 “Anilisis Keandalan Instrumentasi Boiler Dengan Metode Failure Mode Effect And Criticality Analysis (FMECA) di PKS SeiGaro”. Universitas Islam Negeri Sultan SyarifKasim Riau, Pekanbaru

[20]

Hakim, Legisnal, Fahrizal, 2011, “Perencanaan Aplikasi RCM Deangan Analisa Kualitatif Pada Stasiun Pengolahan Biji Sawit”. Universitas Pasir Pengaraian, Pasir Pengaraian.

[21]

Effendy, Dwi Ardiyanto, 2013, *Rancang Bangun Boiler Untuk Proses Pemanasan Sistem Uap Pada Industri Tahu Dengan Menggunakan CATIA V5*, Skripsi Teknik Mesin, Semarang: Fakultas Negeri Semarang.

[22]

Murni, 2012, *Buku Ajar KetelUap*

[23]

Gambar Boiler Pipa Api <http://www.industrialboiler.com> (Diakses 21 Desember 2017)

[24]

ARMY, (2006). *Failure Modes, Effect and Criticality Analysis (FMECA) For Command,Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance(C4ISR)*. Washington.

[25]

Zafiroopoulos E.P. and Dialynas E.N. (2005), 'Reliability Prediction and Failure Mode Effectsand Criticality Analysis of Electronic Devices Using Fuzzy Logic', *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22, 183-200.

[26]

Gaspersz, Vincent, 1998, *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

©Hak cipta milik UIN Suska Riau



- [27] Febriani, Noni, 2007, *Analysis Reliability Pada Pumping Unit Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT. Chevron Pasific Indonesia*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [28] Kusuma, Intan M. dkk, 2013, *Analisa Performansi Keandalan pada boiler dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan di PT.PJB Unit Pembangkit Gresik*, Jurnal Teknik POMITS, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [29] Dhollin, B.S. 2005. *Engineering Maintenance*, Boca Raton: CRC Press

1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Di larang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



LAMPIRAN A-1

No	Komponen	Jumlah Kegagalan			
		2016	2017	2018	2019
1	<i>Water Level Gauge</i>	2	1	0	1
2	<i>Maensteam Valve</i>	1	1	2	0
3	<i>Manometer</i> atau <i>Pressure Gauge</i>	0	3	1	2
4	<i>Dearator Pum</i>	1	1	1	3
5	<i>Distributing Conveyor</i>	2	2	3	2
6	<i>Induced Draft Fan</i>	2	1	2	1
7	<i>Blowdown</i>	3	3	0	0
8	<i>Savety Valve</i>	1	1	0	0
9	<i>Turbin Pump</i>	0	1	2	1
10	<i>Forced draft Fan</i>	1	1	1	1
11	<i>Flow Meter</i>	2	0	0	0



LAMPIRAN A-2

No	Komponen	Jumlah Kegagalan			
		2016	2017	2018	2019
1	Mainsteam Valve	0	2	3	2
2	Water Level Gauge	3	1	1	1
3	Dearator Pump	0	1	7	0
4	Manometer atau Pressure Gauge	7	1	1	3
5	Blowdownn	3	0	3	0
6	Induce Draft Fan	1	0	0	2
7	Distributing Conveyor	1	1	2	1
8	Forced Draft Fan	0	0	4	1
9	Flow Meter	3	2	4	0
10	Savety Valve	0	1	1	4
11	Turbin Pump	1	0	2	1

- Hak Cipta Didukungi Undang-Undang No 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta.
1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Di larang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN B-1

Perhitungan laju kegagalan dan MTTF instrumentasi Boiler 1

Dik :

$$\begin{aligned} \text{Total waktu operasi (4 than)} &= 24 \text{ jam} * 30 \text{ hari} = 720 \text{ jam} * 12 \text{ bulan} = 8640 \text{ jam} * 4 \text{ tahun} = \\ &= 34560 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan (Jam)}}{\text{Total Waktu Operasi (Jam)}}$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda}$$

1. Mainsteam Valve

$$\lambda = \frac{4}{34560} = 0,00001157407$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,00001157407} = 6352$$

2. Water Level Gauge

$$\lambda = \frac{4}{34560} = 0,0001157407$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,00001157407} = 6352$$

3. Manometer atau Pressure Gauge

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001736111} = 5776$$

4. Dearator Pum

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001736111} = 5776$$

5. Distributing Conveyor

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0002604166$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0002604166} = 3840$$

6. Induced Draft Fan

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001736111} = 5776$$

7. Blow Down

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0002025462$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0002025462} = 4937$$

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



8. Savety Valve

$$\lambda = \frac{2}{34560} = 0,0000578703$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0000578703} = 1728$$

9. Turbin Pump

$$\lambda = \frac{3}{34560} = 0,0000868055$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0000868055} = 1152$$

10. Forced Draft Fan

$$\lambda = \frac{4}{34560} = 0,0001157407$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001157407} = 8640$$

11. Flow Meter

$$\lambda = \frac{2}{34560} = 0,0000578703$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0000578703} = 17280$$

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN B-2

Perhitungan laju kegagalan dan MTTF instrumentasi Boiler 2

Dik :

Total waktu operasi (4 than) = 24 jam *30 hari = 720 jam*12 bulan = 8640 jam *4 tahun = 34560 jam

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan(Jam)}}{\text{Total Waktu Operasi (Jam)}}$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda}$$

1. Mainsteam Valve

$$\lambda = \frac{7}{34560} = 0,0002025462$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0002025462} = 4937$$

2. Water Level Gauge

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001736111} = 5760$$

3. Dearatpr Pump

$$\lambda = \frac{8}{34560} = 0,0002314814$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0002314814} = 4230$$

4. Manometer atau Pressure Gauge

$$\lambda = \frac{12}{34560} = 0,0003472222$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0003472222} = 2880$$

5. Blowdown

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001736111} = 5760$$

6. Induced Draft Fan

$$\lambda = \frac{3}{34560} = 0,000868055$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,000868055} = 1152$$

7. Distributing Conveyor

$$\lambda = \frac{1}{34560} = 0,0001446759$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001446759} = 6912$$



8. Forced Drfat Fan

$$\lambda = \frac{1}{34560} = 0,0001446759$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001446759} = 6912$$

9. Flow Meter

$$\lambda = \frac{9}{34560} = 0,0002604166$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0002604166} = 3840$$

10. Savety Valve

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001736111} = 5760$$

11. Turbin Pump

$$\lambda = \frac{4}{34560} = 0,0001157407$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001157407} = 8640$$

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN B-2

Perhitungan laju kegagalan dan MTTF instrumentasi Boiler

Dik :

$$\begin{aligned} \text{Total waktu operasi (4 than)} &= 24 \text{ jam} * 30 \text{ hari} = 720 \text{ jam} * 12 \text{ bulan} = 8640 \text{ jam} * 4 \text{ tahun} = \\ &= 34560 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan (Jam)}}{\text{Total Waktu Operasi (Jam)}}$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda}$$

1. Mainstem Valve

$$\lambda = \frac{7}{34560} = 0,0002025462$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0002025462} = 4937$$

2. Water Level Gauge

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001736111} = 5760$$

3. Dearator Pump

$$\lambda = \frac{8}{34560} = 0,0002314814$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0002314814} = 4320$$

4. Manometer atau Pressure Gauge

$$\lambda = \frac{12}{34560} = 0,0003472222$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0003472222} = 2880$$

5. Blow Down

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001736111} = 5760$$

6. Induced Draft Fan

$$\lambda = \frac{11}{34560} = 0,000868055$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,000868055} = 1152$$

7. Distributing Conveyor

$$\lambda = \frac{11}{34560} = 0,0001446759$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{0,0001446759} = 6912$$

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



8. Forced Draft Fan

$$\lambda = \frac{1}{34560} = 0,0001446759$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001446759} = 6912$$

9. Flow Meter

$$\lambda = \frac{9}{34560} = 0,0002604166$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0002604166} = 3840$$

10. Savety Valve

$$\lambda = \frac{6}{34560} = 0,0001736111$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001736111} = 5760$$

11. Turbin Pump

$$\lambda = \frac{4}{34560} = 0,0001157407$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001157407} = 8640$$

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN C-1

Perhitungan nilai t, instrumentasi pada *boiler*

t_0 adalah jarak nilai yang terhitung dari awal data kerusakan yang diambil ke t_n selanjutnya.

$$T_{rata2} = \frac{t_{Total\ Kegagalan\ (Jam)}}{Jumlah\ Kegagalan}$$

$Trata2$ = nilai rata-rata total waktu

Dimana : steleha didapatn nilai rata-rata hari kemudian dikonversi ke jam

1. *Water Level Gauge*

Dik : $t_1 = 20016/4/21$

$t_0 \rightarrow t_1 = 119$ hari

$t_2 = 2016/6/6$

$t_1 \rightarrow t_2 = 70$ hari

$t_3 = 2016/10/10$

$t_2 \rightarrow t_3 = 126$ hari

$t_4 = 2017/3/12$

$t_3 \rightarrow t_4 = 153$ hari

$t_5 = 2017/7/10$

$t_4 \rightarrow t_5 = 120$ hari

$t_6 = 2018/5/9$

$t_5 \rightarrow t_6 = 302$ hari

$t_7 = 2019/1/8$

$t_6 \rightarrow t_7 = 126$ hari

$$T_{rata2} = \frac{1016}{7} = 145,142857 \text{ hari}$$

$$= 145,142857 \times 24$$

$$= 3483,42857 \text{ Jam}$$

2. *Main Steam Valve*

Dik $t_1 = 2016/5/23$

$t_0 \rightarrow t_1 = 143$ hari

$t_2 = 2017/1/7$

$t_1 \rightarrow t_2 = 284$ hari

$t_3 = 2017/4/10$

$t_2 \rightarrow t_3 = 91$ hari



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$t_4 = 2017/6/15$$

$$t_3 \rightarrow t_4 = 66 \text{ hari}$$

$$t_5 = 2018/6/8$$

$$t_4 \rightarrow t_5 = 386 \text{ hari}$$

$$Trata_2 = \frac{970}{5} = 194 \text{ hari}$$

$$= 194 \times 24$$

$$= 4656 \text{ Jam}$$

3. Safety Valve

$$\text{Dik } t_1 = 2016/1/8$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 386 \text{ hari}$$

$$t_2 = 2016/5/20$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 134 \text{ hari}$$

$$Trata_2 = \frac{502}{2} = 251 \text{ hari}$$

$$= 251 \times 24$$

$$= 6024 \text{ Jam}$$

4. Induced Draft Fan

$$\text{Dik : } t_1 = 2016/6/22$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 172 \text{ hari}$$

$$t_2 = 2016/9/10$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 80 \text{ hari}$$

$$t_3 = 2016/11/14$$

$$t_2 \rightarrow t_3 = 65 \text{ hari}$$

$$t_4 = 2017/3/7$$

$$t_3 \rightarrow t_4 = 114 \text{ hari}$$

$$t_4 = 2017/10/22$$

$$t_4 \rightarrow t_5 = 235 \text{ hari}$$

$$t_5 = 2017/2/10$$

$$t_5 \rightarrow t_6 = 121 \text{ hari}$$

$$t_6 = 2017/6/7$$

$$t_6 \rightarrow t_7 = 146 \text{ hari}$$

$$Trata_2 = \frac{933}{7} = 133,285714 \text{ hari}$$

$$= 133,285714 \times 24$$

$$= 3198 \text{ Jam}$$



5. Forced Draft Fan

Dik : $t_1 = 2016/5/8$

$$\begin{aligned} t_0 &\rightarrow t_1 = 2157 \text{ hari} \\ &= 157 \times 24 \\ &= 3768 \text{ Jam} \end{aligned}$$

6. Blowdown

Dik : $t_1 = 2016/5/8$

$t_2 = 2017/9/10$

$$\begin{aligned} \text{Trata} 2 \frac{883}{2} &= 638,5 \text{ hari} \\ &= 638,4 \times 24 \\ &= 6262 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$t_0 \rightarrow t_1 = 394 \text{ hari}$

$t_1 \rightarrow t_2 = 489 \text{ hari}$

7. Dearatpr Pump

Dik : $t_1 = 2017/4/7$

$t_2 = 2017/5/10$

$$\begin{aligned} \text{Trata} 2 \frac{623}{3} &= 207,666667 \text{ hari} \\ &= 2017,666667 \times 24 \\ &= 4984 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$t_0 \rightarrow t_1 = 460 \text{ hari}$

$t_1 \rightarrow t_2 = 33 \text{ hari}$

8. Flow Meter

Dik : $t_1 = 2017/7/28$

$t_0 \rightarrow t_1 = 568 \text{ hari}$

$$\begin{aligned} &= 568 \times 24 \\ &= 13632 \text{ Jam} \end{aligned}$$

9. Rurbin Pump

Dik : $t_1 = 2018/6/28$

$t_0 \rightarrow t_1 = 538 \text{ hari}$

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Ditinjau Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

10. Manometer atau Pressure Gauge

Dik: $t_1 = 2018/10/21$

$t_2 = 2018/12/10$

$t_3 = 2019/3/8$

$$Trata_2 = \frac{779}{3} = 259,666667 \text{ hari}$$

$$= 259,666667 \times 24$$

$$= 6232 \text{ Jam}$$

$$= 538 \times 24$$

$$= 12912 \text{ Jam}$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 651 \text{ hari}$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 50 \text{ hari}$$

$$t_2 \rightarrow t_3 = 78 \text{ hari}$$

11. Distributing Conveyor

Dik: $t_1 = 2016/1/11$

$t_2 = 2016/8/23$

$t_3 = 2016/12/29$

$t_4 = 2017/2/17$

$t_5 = 2017/3/17$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 1 \text{ hari}$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 233 \text{ hari}$$

$$t_2 \rightarrow t_3 = 130 \text{ hari}$$

$$t_3 \rightarrow t_4 = 388 \text{ hari}$$

$$t_4 \rightarrow t_5 = 30 \text{ hari}$$

$$Trata_2 = \frac{782}{5} = 156,4 \text{ hari}$$

$$= 156,4 \times 24$$

$$= 3753 \text{ Jam}$$

UIN SUSKA RIAU



LAMPIRAN C-2

Perhitungan nilai t , instrumentasi pada *boiler* 1

t_0 adalah jarak nilai yang terhitung dari awal data kerusakan yang diambil ke t_n selanjutnya.

$$Trata2 = \frac{t_{Total\ Kegagalan\ (Jam)}}{Jumlah\ Kegagalan}$$

$Trata2$ = nilai rata-rata total waktu

Dimana : steleha didapatkan nilai rata-rata hari kemudian dikonversi ke jam

1. WaterLevel Gauge

Dik : $t_1 = 2016/11/16$

$t_0 \rightarrow t_1 = 314$ hari

$t_2 = 2017/10/15$

$t_1 \rightarrow t_2 = 331$ hari

$t_3 = 2018/1/25$

$t_2 \rightarrow t_3 = 100$ hari

$t_4 = 2018/4/25$

$t_3 \rightarrow t_4 = 92$ hari

$$\begin{aligned} Trata2 &= \frac{837}{4} = 209,255 \text{ hari} \\ &= 209,25 \times 24 \\ &= 5022 \text{ Jam} \end{aligned}$$

2. Mainsteam Valve

Dik $t_1 = 2016/2/25$

$t_0 \rightarrow t_1 = 55$ hari

$t_2 = 2016/4/4$

$t_1 \rightarrow t_2 = 59$ hari

$t_3 = 2017/10/11$

$t_2 \rightarrow t_3 = 590$ hari

$t_4 = 2017/11/18$

$t_3 \rightarrow t_4 = 38$ hari

$t_5 = 108/1/18$

$t_4 \rightarrow t_5 = 61$ hari

$$Trata2 = \frac{804}{5} 160,8 \text{ hari}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 160,8 \times 24$$

$$= 3859 \text{ Jamz}$$

3. *Safety Valve*

$$\text{Dik } t_1 = 2019/9/19$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 259 \text{ hari}$$

$$= 259 \times 24$$

$$= 6216 \text{ Jam}$$

4. *Forced Darft Fan*

$$\text{Dik } t_1 = 2016/10/11$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 310 \text{ hari}$$

$$t_2 = 2016/12/9$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 57 \text{ hari}$$

$$t_3 = 2017/11/29$$

$$t_3 \rightarrow t_4 = 351 \text{ hari}$$

$$t_4 = 2018/1/27$$

$$t_4 \rightarrow t_5 = 28 \text{ hari}$$

$$t_5 = 2018/4/27$$

$$t_5 \rightarrow t_6 = 89 \text{ hari}$$

$$t_6 = 2018/7/21$$

$$t_6 \rightarrow t_7 = 84 \text{ hari}$$

$$\text{Trata} 2 = \frac{919}{6} = 153,16666667 \text{ hari}$$

$$= 153,16666667 \times 24$$

$$= 3767 \text{ Jam}$$

5. *Induced Draft Fan*

$$\text{Dik } t_1 = 2016/9/21$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 621 \text{ hari}$$

$$t_2 = 2016/12/27$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 96 \text{ hari}$$

$$t_3 = 2017/2/21$$

$$t_2 \rightarrow t_3 = 135 \text{ hari}$$

$$t_4 = 2017/7/8$$

$$t_3 \rightarrow t_4 = 131 \text{ hari}$$

$$t_5 = 2017/9/8$$

$$t_4 \rightarrow t_5 = 61 \text{ hari}$$



$$Trata2 = \frac{1044,995,2}{5} \text{ hari}$$

$$= 995,2 \times 24$$

$$= 1275 \text{ Jam}$$

6. Dearator Pump

$$\text{Dik : } t1 = 2017/11/28$$

$$t0 \rightarrow t1 = 688 \text{ hari}$$

$$t2 = 2018/2/10$$

$$t1 \rightarrow t2 = 41 \text{ hari}$$

$$Trata2 = \frac{729}{2} = 708,5 \text{ hari}$$

$$= 708,5 \times 24$$

$$= 1180 \text{ Jam}$$

7. Blow Down

$$\text{Dik : } t1 = 2016/3/20$$

$$t0 \rightarrow t1 = 81 \text{ hari}$$

$$t2 = 2017/11/18$$

$$t1 \rightarrow t2 = 600 \text{ hari}$$

$$Trata2 = \frac{681}{2} = 340,5$$

$$= 340,5 \times 24$$

$$= 8172 \text{ Jam}$$

8. Flow Meter

$$\text{Dik } t1 = 2016/10/30$$

$$t0 \rightarrow t1 = 650 \text{ hari}$$

$$t2 = 2017/1/10$$

$$t1 \rightarrow t2 = 41 \text{ hari}$$

$$t3 = 2017/7/20$$

$$t2 \rightarrow t3 = 191 \text{ hari}$$

$$t4 = 2018/1/8$$

$$t3 \rightarrow t4 = 172 \text{ hari}$$

$$Trata2 = \frac{1054}{4} = 263,5 \text{ hari}$$

$$= 263,5 \times 24$$

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 6324 \text{ Jam}$$

9. Turbin Pump

$$\text{Dik : } t_1 = 2018/10/28$$

$$t_2 = 2019/1/8$$

$$\text{Trata} 2 = \frac{815}{2} = 407,5 \text{ hari}$$

$$= 285,5 \times 42$$

$$= 9780 \text{ Jam}$$

10. Distributing Conveyor

$$\text{Dik : } t_1 = 2017/10/8$$

$$t_2 = 2018/1/10$$

$$t_3 = 2018/7/12$$

$$t_4 = 2019/2/3$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 718 \text{ hari}$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 97 \text{ hari}$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 661 \text{ hari}$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 93 \text{ hari}$$

$$t_2 \rightarrow t_3 = 183 \text{ hari}$$

$$t_3 \rightarrow t_4 = 205 \text{ hari}$$

11. Manometer atau Preesure Gauge

$$\text{Dik : } t_1 = 2018/9/21$$

$$t_2 = 2018/11/27$$

$$t_3 = 2019/1/18$$

$$t_0 \rightarrow t_1 = 621 \text{ hari}$$

$$t_1 \rightarrow t_2 = 66 \text{ hari}$$

$$t_2 \rightarrow t_3 = 51 \text{ hari}$$

$$\text{Trata} 2 = \frac{738}{3} = 39 \text{ hari}$$

$$= 39 \times 24$$

$$= 5940 \text{ Jam}$$



LAMPIRAN D-1

Tabel 4.10 Hasil Penilaian Keandalan Sistem Instrumentasi *Boiler* No 1

No	Komponen <i>Boiler</i>	Nilai Keandalan
1	<i>Main Steam Valve</i>	0,39
2	<i>Water Level Gauge</i>	0,63
3	<i>Dearator Pump</i>	0,73
4	<i>Induced Draft Fan</i>	0,50
5	<i>Distributing Conveyor</i>	0,46
6	<i>Manometer atau Pressure Gauge</i>	0,72
7	<i>Blowdown</i>	0,78
8	<i>Flow Meter</i>	1,02
9	<i>Forced Draft Fan</i>	0,58
10	<i>Safety Valve</i>	2,16
11	<i>Turbin Pump</i>	0,65

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Main Steam Valve

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda.t} \\ &= 2,718^{-0,00002893 \times 43296} \\ &= \frac{1}{2,718^{-01,25}} \\ &= \frac{1}{3.3975} \\ &= 0,29 \end{aligned}$$

2. Water Level Gauge

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda.t} \\ &= 2,718^{-0,00005787 \times 10044} \\ &= \frac{1}{2,718^{-0,58}} \\ &= \frac{1}{1,57644} \\ &= 0,63 \end{aligned}$$

3. Dearator Pump

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda.t} \\ &= 2,718^{-0,00002893 \times 17496} \\ &= \frac{1}{2,718^{-0,50}} \\ &= \frac{1}{1,359} \\ &= 0,73 \end{aligned}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. *Induced Draft Fan*

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0000881 \times 8352} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,73}} \\
 &= \frac{1}{31,98414} \\
 &= 0,50
 \end{aligned}$$

5. *Distributing Conveyor*

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00005787 \times 13704} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,79}} \\
 &= \frac{1}{2,14722} \\
 &= 0,46
 \end{aligned}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. *Manometer atau Pressure Gauge*

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00005787 \times 8856} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,51}} \\
 &= \frac{1}{1,38618} \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

7. *Blowdown*

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00005787 \times 8172} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,47}} \\
 &= \frac{1}{1,27746} \\
 &= 0,78
 \end{aligned}$$

8. *Flow Meter*

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00002893 \times 12648} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,36}}
 \end{aligned}$$

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= \frac{1}{0,97848}$$

$$= 1,02$$

9. Forced Drfat Fan

$$R(t) = e^{-\lambda.t}$$

$$= 2,718^{-0,00005787 \times 11028}$$

$$= \frac{1}{2,718^{-0,63}}$$

$$= \frac{1}{1,71234}$$

$$= 0,58$$

10. Savety Valve

$$R(t) = e^{-\lambda.t}$$

$$= 2,718^{-0,0000 \times 2893 \times 6216}$$

$$= \frac{1}{2,718^{-0,17}}$$

$$= \frac{1}{0,46206}$$

$$= 2,16$$

11. Turbin Pump

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,00002893 \times 19560} \\ &= \frac{1}{2,718^{0,56}} \\ &= \frac{1}{1,52208} \\ &= 0,65 \end{aligned}$$





LAMPIRAN D-2

Tabel 4.11 Hasil Penilaian Keandalan Sistem Instrumentasi *Boiler* No 2

No	Komponen <i>Boiler</i>	Nilai Keandalan
1	<i>Water Level Gauge</i>	0,52
2	<i>Main Steam Valve</i>	0,54
3	<i>Dearator Pump</i>	0,85
4	<i>Induced Draft Fan</i>	0,57
5	<i>Distributing Conveyor</i>	0,68
6	<i>Manometer atau Pressure Gauge</i>	0,68
7	<i>Blowdown</i>	0,60
8	<i>Flow Meter</i>	1,14
9	<i>Forced Draft Fan</i>	1,75
10	<i>Safety Valve</i>	1,08
11	<i>Turbin Pump</i>	0,32



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Water Level Gauge

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,00005787 \times 12192} \\ &= \frac{1}{2,718^{-0,70}} \\ &= \frac{1}{1,9026} \\ &= 0,52 \end{aligned}$$

2. Mainsteam Valve

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,00002893 \times 23280} \\ &= \frac{1}{2,718^{-0,67}} \\ &= \frac{1}{1,82106} \\ &= 0,54 \end{aligned}$$

3. Savety Valve

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-\lambda t} \\ &= 2,718^{-0,00002893 \times 12048} \\ &= \frac{1}{2,718^{-0,34}} \end{aligned}$$

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= \frac{1}{10,92412}$$

$$= 1,08$$

4. Manometer atau pressure Gauge

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$= 2,718^{-0,0000881 \times 6230,4}$$

$$= \frac{1}{2,718^{-0,54}}$$

$$= \frac{1}{146772,}$$

$$= 0,68$$

5. Dearator Pump

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$= 2,718^{-0,00002893 \times 14952}$$

$$= \frac{1}{2,718^{-0,43}}$$

$$= \frac{1}{1,16874}$$

$$= 0,85$$

6. Blowdown

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$= 2,718^{-0,00005787 \times 10596}$$

$$= \frac{1}{2,718^{-0,61}}$$

$$= \frac{1}{1,65798}$$

$$= 0,60$$



7. Distributing Conveyor

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00002893 \times 18768} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,54}} \\
 &= \frac{1}{1,46772} \\
 &= 0,68
 \end{aligned}$$

8. Forced Draft Fan

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00005787 \times 3768} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,21}} \\
 &= \frac{1}{10,57078} \\
 &= 1,75
 \end{aligned}$$

9. Induced Draft Fan

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00005787 \times 11196} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,64}} \\
 &= \frac{1}{1,73952} \\
 &= 0,57
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

StatIslamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

10. Flow Meter

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,00002893 \times 13632} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-0,32}} \\
 &= \frac{1}{0,86976} \\
 &= 1,14
 \end{aligned}$$

11. Turbin Pump

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-\lambda t} \\
 &= 2,718^{-0,0000881 \times 12912} \\
 &= \frac{1}{2,718^{-01,13}} \\
 &= \frac{1}{3,07134} \\
 &= 0,32
 \end{aligned}$$



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Jefri, lahir pada tanggal 08 Julii 1994 di Desa Teluk Mega Kecamatan Tanah Putih Kabupaten Rokan Hilir. Putra dari pasangan Agus Srizarman dan Erma Yenti, yang beralamat di Teluk Mega, Kecamatan Tanah Putih, Kabupaten Rokan Hilir, Riau, merupakan anak Pertama dari Dua bersaudara. Penulis meyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar pada tahun 2007 di SDN 009 Teluk Mega Kab. Rokan Hilir - Riau, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMP N 1 Tanah Putih dan lulus pada tahun 2010. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Tanah Putih, Rokan Hilir dan lulus pada tahun 2013 pada jurusan Ilmu Pengetahuan Sosial.

Setelah menyelesaikan Pendidikan di SMA Negeri 1 Tanah Putih pada tahun 2013, kemudian penulis melanjutkan pendidikannya dan pada bulan Juli 2013 penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada Jurusan Teknik Elektro, dan lulus pada tahun 2020 dengan konsentrasi Eletronika dan Instrumentasi.

Sebagai Tugas Akhir perkuliahan penulis mengadakan penelitian di PT. Perkebunan Nusantara V Sei Galuh dengan judul **“Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi Boiler Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Metode Failure Mode, Effect and Critically Analysis (FMECA)”**

Untuk menjalin silaturahmi penulis dapat dihubungkan melalui:

Nomor Handpone
E Mail
Facebook

+6289527505932
ljeprokan94@gmail.com
Kaupa tea



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.